

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS:**

**Contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en *Persea americana* Mill, variedad Hass. Ayacucho 2023.**

Para optar el título profesional de:

**BIÓLOGA, ESPECIALIDAD: MICROBIOLOGÍA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Lise ARONE ROJAS**

**ASESOR:**

**Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2025**

A Dios, a mis padres por todo el apoyo incondicional. A mi querido hijo quien me acompaña en este camino y es el soporte de mi vida. También a mi tía Pilar, por su paciencia, consejos y amor infinito.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, A Dios por permitirme tener salud y darme la fuerza suficiente para concluir mis metas y objetivos como este trabajo.

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi *Alma Mater*, por abrirme sus puertas para alcanzar un objetivo tan anhelado.

Agradezco a los profesores de la Facultad de Ciencias Biológicas y la Escuela Profesional de Biología por haberme enseñado valores y principios éticos. Su dedicación inamovible hacia la investigación y la constante actualización, que enriquecieron mi experiencia educativa así mismo me permitieron a mantenerme al día sobre los últimos avances en el ámbito de la Biología.

A mi asesor, Doctor. Raúl Antonio Mamani Aycachi, por su compromiso y dedicación en llevar a cabo todo lo que fue posible para completar el trabajo de investigación actual.

A mis padres y familiares, quienes me brindaron su apoyo durante mi educación profesional y la elaboración del presente trabajo de investigación.

A la Blga. Laura Aucasime Medina, especialista en Taxonomía y Sistemática de plantas del herbario San Cristóbal de Huamanga, por el apoyo indispensable en la identificación de la muestra vegetal.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE TABLAS	vi
ÍNDICE FIGURAS	vii
ÍNDICE ANEXOS	viii
RESUMEN	x
I INTRODUCCIÓN	1
II MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes	3
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1. Compuestos fenólicos	7
2.2.2. Calcio	9
2.2.3. Magnesio	10
2.2.4. <i>Persea americana</i> Mill, “palta” Hass	11
2.2.5. Cáscara	12
2.2.6. Semilla	12
2.2.7. Técnica colorimétrica de Folin-Ciocalteu para la determinación de fenoles.	14
2.2.8. Técnica complexométrico por titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) para la determinación de calcio y magnesio.	14
2.2.9. Ceniza	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Localización del ámbito de estudio	16
3.2. Población	16
3.3. Muestra	16
3.4. Metodología y recolección de datos	16
3.4.1. Preparación de la muestra	16
3.4.2. Tratamiento de la muestra para la obtención de fenoles y minerales	16

3.4.3.	Preparación del extracto hidroalcohólico de la muestra de semilla y cáscara.	17
3.4.4.	Cuantificación de los compuestos fenólicos	17
3.4.5.	Estandarización del EDTA (factor de corrección volumétrica)	18
3.4.6.	Cuantificación de calcio mediante complexometria	19
3.4.7.	Determinación de magnesio por complexometria	19
3.4.8.	Cuantificación del porcentaje de ceniza	20
3.5.	Tipo de investigación	21
3.6.	Nivel de investigación	21
3.7.	Análisis estadístico	21
IV.	RESULTADOS	22
V.	DISCUSIÓN	28
VI.	CONCLUSIONES	35
VII.	RECOMENDACIONES	36
VIII.	REFERENCIAS	37
	ANEXOS	42

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Taxonomía de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass. 11
Tabla 2	Concentración de fenoles totales del extracto hidroalcohólico de la semilla de <i>Persea americana</i> , variedad Hass, Ayacucho 2023. 23
Tabla 3	Promedio de la concentración de calcio en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill variedad Hass, Ayacucho 2023. 24
Tabla 4	Promedio de concentración de magnesio en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass, Ayacucho 2023 25
Tabla 5	Comparación de la concentración de calcio y magnesio en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass, Ayacucho 2023 26
Tabla 6	Porcentaje de cenizas en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass, Ayacucho 2023. 27

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los compuestos polifenólicos.	8
Figura 2. Estructura básica del compuesto fenólico.	9
Figura 3. Partes de la semilla de <i>Persea americana</i> Mill.	13
Figura 4. Determinación de fenoles en cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill “palta” por el método colorimétrico de Folin- Ciocalteau, Ayacucho 2023.	64
Figura 5. Determinación de calcio en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill “palta” por el método de complexometría con EDTA, Ayacucho 2023	65
Figura 6. Determinación de magnesio en cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill “palta” por el método de complexometría con EDTA, Ayacucho 2023	66
Figura 7. Porcentaje de ceniza en cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill “palta”, Ayacucho 2023.	67

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo 1	Constancia de identificación taxonómica de la <i>Persea americana</i> Mill, "palta".	43
Anexo 2	Preparación del extracto hidroalcohólico de la semilla y cáscara de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass "palta" Ayacucho 2023.	44
Anexo 3	Diagrama para medir la cantidad fenoles totales en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill.	45
Anexo 4	Muestra vegetal del fruto de <i>Persea americana</i> Mill, vr. Hass "palta".	46
Anexo 5	Secado de la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass "palta".	47
Anexo 6	El peso seco de la semilla y cáscara de <i>Persea americana</i> Mill, "palta".	48
Anexo 7	Muestra triturada de la semilla y cáscara de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass "palta".	49
Anexo 8	Pre tratamiento de la semilla y cáscara de <i>Persea americana</i> Mill. "palta"	50
Anexo 9	Diagrama de flujo para medir la cantidad total de fenoles en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill, palta.	51
Anexo 10	Diagrama de flujo para calcular el porcentaje de Ceniza.	53
Anexo 11	Diagrama para medir la cantidad de calcio presente en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass "palta"	54
Anexo 12	Diagrama para medir la cantidad de magnesio en la cáscara y semilla de <i>Persea americana</i> Mill, "palta".	55
Anexo 13	Determinación de la concentración total de fenoles y medición de la absorbancia necesaria para la creación de la curva de calibración.	56
Anexo 14	La curva de calibración para fenoles totales	57
Anexo 15	Datos del contenido de fenoles totales en la cáscara y semilla, de <i>Persea americana</i> Mill, "palta" Ayacucho 2023.	58

Anexo 16	Datos del contenido de calcio en la cáscara y semilla, de <i>Persea americana</i> Mill, “palta” Ayacucho 2023.	59
Anexo 17	Datos del contenido de magnesio en la cáscara y semilla, de <i>Persea americana</i> Mill, “palta” Ayacucho 2023.	60
Anexo 18	Análisis estadístico para compuestos fenólicos	61
Anexo 19	Análisis estadístico para el calcio	62
Anexo 20	Análisis estadístico para el magnesio	63
Anexo 21	Matriz de consistencia.	68

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en la cáscara y semilla de los frutos de *Persea americana* Mill, "palta". La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se realizó una investigación de carácter descriptivo-transversal. Según el análisis de la cuantificación de fenoles por el método de Folin-Ciocalteu fue de 14,8 mg/100 g en la cáscara y 11,0 mg/100 g en semilla, siendo la cáscara de mayor promedio de fenoles. En cuanto a la determinación de calcio y magnesio por el método de Complexometría mediante la titulación con EDTA. Se obtuvieron un total de calcio en la cáscara de 5,3 mg/dl y 9,3 mg/dl en semilla; en cuanto al magnesio, en cáscara fue de 0,25 mg/dl y 0,14 mg/dl en semilla de "*Persea americana* Mill", variedad Hass, conocida como "palta". Se concluye, que la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, variedad Hass "palta" tienen un alto contenido de fenoles, calcio y magnesio. Esta información resulta beneficiosa para entender la calidad nutricional de la semilla y la cáscara de la *Persea americana* Mill, así como sus potenciales usos en la medicina y alimentos.

**Palabras claves:** *Persea americana*, fenoles, minerales, calcio, magnesio.

## I. INTRODUCCIÓN

*Persea americana* Mill, conocida comúnmente como palta o aguacate, es una fruta ampliamente cultivada a nivel mundial debido a su alto valor nutricional y sus beneficios para la salud. Su producción ha generado interés en la industria alimentaria no solo por su consumo directo, sino también por los subproductos derivados de su procesamiento. En particular, la cáscara y la semilla representan una fracción significativa de los residuos generados, lo que plantea la necesidad de explorar su composición química y posibles aplicaciones industriales (Valdiviezo, 2021).

Varios estudios han demostrado que la cáscara y semilla contiene compuestos bioactivos, siendo los compuestos fenólicos, los más notables por sus efectos antioxidantes, antimicrobianos y antiinflamatorios (Valdiviezo, 2021). Estos compuestos juegan un papel importante en la defensa de las plantas contra patógenos y en la adaptación a condiciones ambientales adversas (Huamán, 2014). Además, minerales como el calcio y el magnesio cumplen funciones esenciales en el metabolismo humano, participando en la formación ósea, la función neuromuscular y la síntesis de biomoléculas (Unguer y Chiappe, 2008).

A pesar del alto contenido de compuestos fenólicos y minerales en la cáscara y semilla del aguacate, estos subproductos son comúnmente desechados, lo que representa una oportunidad desaprovechada tanto desde el punto de vista económico como ambiental. El aprovechamiento de estos compuestos podría contribuir al desarrollo de productos sostenibles, tales como biofertilizantes, bioplásticos o suplementos nutricionales.

La presente investigación tiene como objetivo analizar el contenido de compuestos fenólicos, calcio y magnesio presente en la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill. Este enfoque no solo busca incrementar la rentabilidad del proceso de producción al valorizar subproductos, sino también contribuir a la sostenibilidad

industrial y reducir el impacto ambiental asociado a los desechos. Los datos obtenidos sobre los fenoles y minerales como calcio y magnesio serán fundamentales para explorar su potencial terapéutico y su contribución al bienestar humano.

Se empleó el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu para la cuantificación de los fenoles totales, mientras que las concentraciones de calcio y magnesio se determinaron mediante titulación complexométrica con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

### **Objetivo general**

Evaluar el contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en la cáscara y semilla de los frutos de *Persea americana* Mill, variedad Hass "palta" Ayacucho 2023.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar el contenido de compuestos fenólicos totales, en la cáscara y semilla de los frutos de *Persea americana* Mill, variedad Hass "palta".
2. Determinar el contenido de calcio presente en la cáscara y semilla de los frutos de *Persea americana* Mill, variedad Hass "palta".
3. Determinar el contenido de magnesio en la cáscara y semilla de los frutos de *Persea americana* Mill, variedad Hass "palta".
4. Comparar el contenido de calcio y magnesio en la cáscara y semilla de los frutos de *Persea americana* Mill, "palta".

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. A nivel internacional

Valdiviezo (2021), evaluó el compuesto fenólico extraído de la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, variedad Hass, por el método de extracción asistida por ultrasonido detectó compuesto fenólico en la cáscara madura con una concentración de 39,7 mg/100 g y semillas madura 29,5 mg/100 g de materia seca. Concluyendo que el método utilizado para la extracción de compuestos fenólicos de la cáscara y semilla de palta mencionados en el presente trabajo, superaron las deficiencias que tienen las tecnologías convencionales.

Angeles et al. (2020), determinaron los compuestos fenólicos en la cáscara y semilla de mango criollo deshidratada con microondas, fue determinado usando el método de Folin-Ciocalteu. La cuantificación de los compuestos fenólicos de la cáscara y semilla deshidratada se encontró que las condiciones de deshidratación fueron de 15-17 min a una potencia de 460 watts. La cáscara de mango criollo presentó un contenido de compuestos fenólicos de 24,4 mg de EAG/100 g y la semilla 18,6 mg de EAG/100 g. Concluyéndose, debido a que el tratamiento con microondas ayuda a liberar los compuestos oxidativos y compuestos fenólicos, bioactivos tanto en cáscara como en semilla de mango deshidratada, se puede dar un valor agregado al utilizarse en diversos productos de la industria alimentaria.

Rivera-Ochoa et al. (2016), determinaron los compuestos fenólicos totales en residuos de fruto de *Carica papaya* "papaya". Los residuos de cáscara y semilla obtenidos de frutos de papaya (*Carica papaya*), en estado de madurez de consumo, se liofilizaron a presión de vacío de 0,120 m Bar y a una temperatura de 50°C durante 24 horas. Se obtuvieron los compuestos fenólicos por el método de Folin-Ciocalteu. Los resultados indican que la concentración de compuestos fenólicos de la cáscara y semilla de los frutos de papaya reportan valores de 38,6 y 53,3 mg de

EAG/100 g. Concluyéndose que pueden ser utilizados estos residuos por su alto contenido de compuestos fenólicos como productos agregados de la industria alimentaria y farmacéutica.

Pacheco y Coello (2020), determinaron la cantidad de fenoles totales y se evaluó la capacidad antioxidante de un extracto metanólico obtenido de las semillas de *Persea americana* Mill. Utilizando metanol al 70 % y otra muestra que se utilizó únicamente para la comparación de los niveles de fenoles totales. Por el método de Folin-Ciocalteu, se determinó una concentración de fenoles totales de 5,3 mg de GAE/100 g demostrando una significativa diversidad con el extracto acuoso utilizado como referencia.

Ordoñez et al. (2019), determinaron polifenoles totales en cáscara y semilla de tuna, cacao, uva y uvilla. Se utilizaron el método de Folin- Ciocalteu. Las muestras fueron secadas a 60 °C/12 h y molidas, se preparó un extracto agua/metanol (v/v) que se maceró por 24 h y centrifugó a 10000 rpm/10min/4 °C. Los resultados fueron analizados mediante el diseño completo al azar (DCA) y un análisis multivariado. El contenido de polifenoles varió entre 9,07 a 1,78 mg de EAG/100 g. Según el análisis de componentes principales, los mejores tratamientos fueron la piel y semilla de uvilla y semilla de uva.

Borja y Goetschel (2022), evaluaron la cuantificación de fenoles en los residuos de *Persea americana* Mill, de las variedades “Hass” y “Fuerte” fueron determinadas mediante la técnica de colorimetría de Folin-Ciocalteu como reactivo de coloración, en la cáscara y semilla de palta Hass fue de 9,0 mg/100 g y 37,8 mg/100 g mientras en la palta “Fuerte” resultó en la cáscara 1,56 mg/100g y semillas 4,8 mg/100g. Concluyéndose que la semilla tiene mayor cantidad de fenoles que la cáscara que puede ser utilizado como producto agregado tanto en la industria alimentaria y farmacéutica.

Murcia y Castañeda (2022), evaluaron el contenido total de fenoles de los extractos etanólicos de la cáscara de *Theobroma cacao* L. “cacao”. En promedio, las cáscaras de los frutos representaron el 82,95 % del peso total del fruto de cacao recolectado en los municipios. Los valores de los fenoles totales oscilaron entre 12,9 mg de EAG/100 g. Concluyendo que la cáscara posee propiedades medicinales y terapéuticas las cuales puede ser usada en alimentos de animales.

Martínez y Figueroa (2015), cuantificaron el contenido de calcio (ca) y magnesio (mg) en subproductos frescos de naranja y mandarina mediante espectrofotometría de absorción atómica. En la naranja se obtuvieron el mayor contenido de calcio y

magnesio, que fue de 97,08 mg/dl y 11,56 mg/dl. Actualmente, debido a sus valiosas propiedades están siendo aprovechadas en la industria química, farmacéutica y alimentaria.

Estelles et al. (2020), evaluaron los compuestos nutricionales y su efecto sobre la salud, en las semillas de chía, lino y sésamo. Se realizó una información cuantitativa sobre la composición química de las semillas, exponiendo las diferencias de los micronutrientes entre las mismas mediante el método de EDTA (etilendiaminotetraacético). Encontrándose calcio en las semillas de chía, lino y sésamo fue de 63,1; 25,5; 13,1 mg/dl y magnesio fue de 33,5; 39,2; 34,6 mg/dl. Concluyéndose que el contenido de calcio y magnesio las posiciona como alimentos de alta calidad nutricional evitando enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus, patologías neoplásicas y estreñimiento.

González-Mendoza et al. (2009), concluyeron que la concentración de Ca y Mg presentes en la semilla de *Terminalia catappa* Linn “almedrón” recolectada en diferentes localidades de la ciudad de Mérida mediante el método de EDTA (etilendiaminotetraacético). El contenido promedio de calcio 16,2 mg/dl y magnesio 28,7 mg/dl muestra que esta semilla podría ser una buena fuente de minerales asociados con la formación ósea; sugieren que estos minerales pueden contribuir a promover la mineralización ósea. Por esta razón, el consumo de la semilla del almendrón podría ser considerado una fuente nutricional de aporte de estos minerales a la salud humana, lo cual deberá ser estudiado e investigado.

### **2.1.2. A nivel nacional**

Moreno (2017), evaluó el contenido fenólico total, utilizando el método de Folin - Ciocalteu, en los extractos de metanol, etanol y acetona al 70 % y en el material liofilizado de los subproductos de *Persea americana*, variedad “zutano”. El extracto liofilizado acetónico y acuoso muestra los valores más altos, con un contenido total de fenoles de 39,2 mg de EAG/100 g y de 28,5 mg de EAG/100 g respectivamente obtenidos a 25°C. Se eligieron dos extractos liofilizados para las pruebas de contacto con el efluente, utilizando un diseño central de superficie de respuesta que tomó en cuenta las variables de tipo de extracto, dosis y pH.

Escudero Shuña et al. (2023), evaluaron los compuestos fenólicos extraídos de las cáscaras y semillas de *Myrciaria dubia* “camu camu” como ingredientes para filtrantes de infusión y evaluar el efecto del secado. Primero se deshidrataron las cáscaras y semillas a temperatura 65°C donde, se caracterizaron los compuestos

fenólicos totales. El contenido de fenoles fue determinado usando el método de Folin-Ciocalteu. Los resultados mostraron en las cáscaras 51,52 mg de EAG/100 g y en las semillas 28,9 mg de EAG/100 g contenido de compuestos fenólicos.

Rojas et al. (2019), evaluaron la extracción de componentes fenólicos por ultrasonido en las cáscaras del fruto de *Corryocactus brevistylus*, “sanky” una cactácea que crece en los Andes del Perú y cuyo fruto es consumido por las comunidades locales. Los polifenoles totales se determinaron mediante el método de Folin-Ciocalteu, el tratamiento (50 % v/v de etanol, 40 minutos) fue el más eficiente, reportando un contenido de 43,9 mg de AG/100 g de muestra seca. La variable más influyente fue el tiempo de extracción, seguido por la concentración del solvente.

Becerra y Monzón (2019), determinaron los compuestos fenólicos presentes en la cáscara y semillas de la variedad Hass mediante la optimización de extracción asistida por ultrasonido, modificando el tiempo, la temperatura. Estos compuestos serán cuantificados utilizando el método de Folin-Ciocalteu. Llegando a la conclusión de que las mejores condiciones para extraer compuestos de la cáscara de la variedad Hass, “palta” fueron una concentración de solvente del 49 %, un tiempo de 62 minutos y una temperatura de 51°C. Se obtuvo una cantidad de 14,4 mg de GAE/100 g de compuestos fenólicos. Para la semilla, las condiciones óptimas consistieron en una concentración de solvente del 41 %, un tiempo de 66 minutos y una temperatura de 46°C, lo que resultó en la obtención de 12,5 mg de GAE/100 g de compuestos fenólicos.

Amadi et al. (2018), evaluó el contenido de minerales. Las cáscaras y semillas de *Cucumis melo* “melón” han mostrado un contenido significativo de calcio y magnesio en estudios recientes, lo que las convierte en un buen recurso nutricional. Utilizaron el método de absorción atómica. Se obtuvieron en la cáscara calcio 200 mg/dl, magnesio 300 mg/dl y en la semilla calcio 400 mg/dl, magnesio 600 mg/dl.

Zevallos (2016), evaluó los principios bioactivos y la composición químico-bromatológica de la cáscara de *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller “tuna”. Se determinaron los siguientes valores en % de muestra secas: cenizas 0,99 y fibra cruda 0,22. Los minerales, determinados por absorción atómica en muestra fresca, fueron de magnesio 12,76 mg/dl y calcio 60,59 mg/dl. Se concluyó que el calcio es el mineral importante para el crecimiento óseo.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios de las plantas que se caracterizan por contener uno o más grupos hidroxilo (-OH) unidos a un anillo aromático (grupo fenol). Químicamente, presentan comportamiento ácido debido a la liberación de protones (H<sup>+</sup>), formando iones fenolato. Estos compuestos cumplen funciones esenciales en las plantas, como defensa frente a patógenos, regulación enzimática y protección contra radiación UV. Además, en alimentos vegetales, influyen en el sabor, color y valor nutricional, actuando como antioxidantes naturales que prolongan la vida útil de los productos (Viña, 2013).

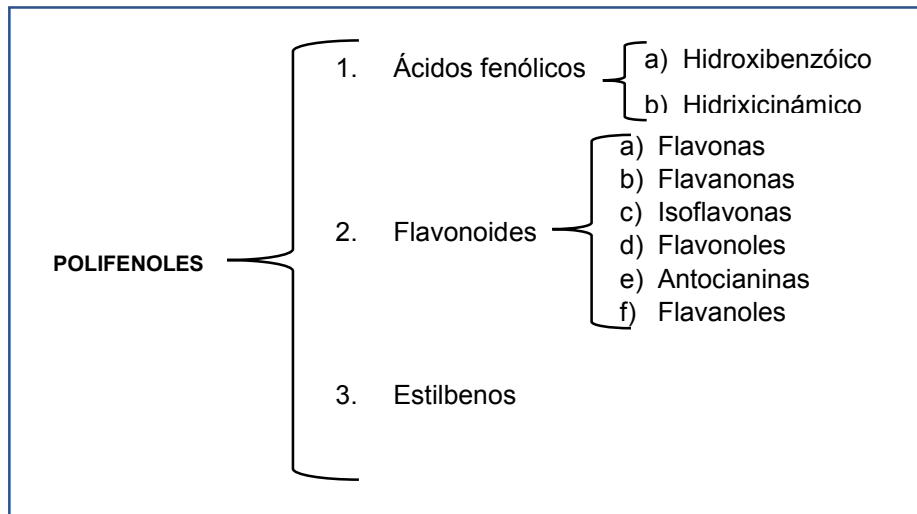
#### **a) Características y funciones**

Los compuestos fenólicos tienen características diversas según su estructura. Pueden ser solubles en agua (glucósidos, ácidos carboxílicos) o en solventes orgánicos. Existen algunos polímeros insolubles, como los taninos, que interactúan con proteínas a través de enlaces específicos. Además, ciertos grupos fenólicos, como los del tipo catecol incrementa su actividad antioxidante (Martin, 2018). Sus propiedades más notables destacan su susceptibilidad a la oxidación, lo que les permite actuar como antioxidantes naturales al neutralizar radicales libres y prevenir el daño oxidativo. En cuanto a sus funciones específicas:

- ✓ Defensa contra patógenos: Protegen a las plantas contra infecciones y depredadores herbívoros.
- ✓ Atracción de polinizadores: Algunos flavonoides y antocianinas aportan colores brillantes a flores y frutos, atrayendo polinizadores e incentivando la dispersión de semillas.
- ✓ Regulación del crecimiento y desarrollo: Participan en la germinación, división celular y lignificación de tejidos.
- ✓ Respuesta al estrés ambiental: Ayudan en la tolerancia a la sequía, salinidad y otros factores de estrés ambiental.
- ✓ Protegen a las plantas contra la radiación UV.
- ✓ Interacción con microorganismos del suelo: Facilitan la simbiosis con micorrizas y fijadores de nitrógeno.
- ✓ Algunos compuestos fenólicos pueden inhibir el crecimiento de otras plantas cercanas (alelopatía) (Martin, 2018)

## b) Clasificación de compuestos fenólicos

Se clasifican en diferentes clases y subclases, según la cantidad de anillos fenólicos que contienen (Bass, 2015).



**Figura 1.** Clasificación de los compuestos polifenólicos

Fuente: (Bass, 2015).

### • Ácidos fenólicos

Son compuestos orgánicos derivados del ácido benzoico y del ácido cinámico, con propiedades antioxidantes. Se encuentran en frutas, verduras, cereales y café, tienen efectos beneficiosos para la salud, como la protección contra enfermedades cardiovasculares y el cáncer (Becerra y Monzón, 2019).

### • Flavonoides

Estos compuestos polifenólicos tienen una estructura básica de difenilpiranos, compuesta por dos anillos bencénicos conectados por un anillo heterocíclico de pirona. Esta estructura permite múltiples modificaciones, lo que da lugar a diversas subcategorías, como flavonoles, flavonas, flavanonas, antocianidinas y proantocianidinas (taninos condensados). Los flavonoides destacan por ser los compuestos polifenólicos más abundantes en las plantas y por sus propiedades antioxidantes y bioactivas (Becerra y Monzón, 2019).

### • Estilbenos

Son una clase de compuestos fenólicos que incluyen el resveratrol, conocido por sus propiedades antioxidantes y cardioprotectoras. Se encuentran en uvas, vino tinto y maní (Becerra y Monzón, 2019).

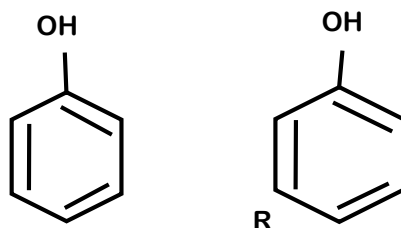
### • Lignanos

Son compuestos fenólicos naturales, derivados de plantas, están presentes en diversas plantas, incluyendo semillas de lino, calabaza, ajonjolí, centeno y algunas

bayas. Su relevancia en la salud humana radica en su capacidad para regular procesos hormonales (Becerra y Monzón, 2019).

### c) Estructura de los compuestos fenólicos

Los fenoles presentan una estructura básica compuesta por un anillo aromático o bencénico con al menos un grupo hidroxilo (-OH) unido. Esta estructura puede encontrarse en diversas formas, como ésteres, metil ésteres y glicósidos (Moreno, 2017).



**Figura 2.** Estructura básica del compuesto fenólico

Fuente: (Moreno, 2017).

En las plantas, los compuestos fenólicos suelen encontrarse asociados a ácidos orgánicos y azúcares, formando glicósidos. Estos glicósidos son solubles tanto en agua como en solventes orgánicos. Los azúcares vinculados pueden ser monosacáridos, como arabinosa, xilosa, ramnosa, glucosa y galactosa, también los disacáridos y oligosacáridos. Frecuentemente, se encuentran también asociados con ácidos carboxílicos, como el ácido glucurónico y el ácido galacturónico, además de otros compuestos como lípidos y aminas (Moreno, 2017).

### d) La ruta del ácido shikímico

Es un proceso metabólico fundamental en las plantas para la síntesis de compuestos fenólicos. Comienza con la condensación de fosfoenolpiruvato (PEP) y eritrosa-4-fosfato, formando ácido shikímico. Este intermediario se convierte en precursores como el ácido corísmico, que da lugar a compuestos fenólicos simples y complejos, incluyendo flavonoides y lignanos. Esta vía es crucial para la producción de metabolitos secundarios que ayudan a las plantas a defenderse contra patógenos y estrés ambiental. La diversidad de los compuestos fenólicos, que varía desde ácidos fenólicos hasta polímeros como los taninos, resalta su importancia en el metabolismo secundario de las plantas y su potencial en aplicaciones terapéuticas y alimentarias (Martin, 2018).

### 2.2.2. Calcio

Es el mineral más abundante en el cuerpo humano, con un 99 % en huesos y dientes y el 1 % restante en líquidos corporales y tejidos blandos. Es esencial para

la mineralización ósea, contracción muscular, control celular y función nerviosa. Su ingesta diaria es vital, siendo la leche, los productos lácteos, vegetales y legumbres las principales fuentes. Una adecuada distribución de calcio es clave para la salud ósea y la prevención de deficiencias metabólicas (Badui, 2006).

#### **a) Funciones del calcio**

##### **Esquelética**

El calcio es un componente esencial del esqueleto y los dientes, donde se presenta como cristales de fosfato cálcico (hidroxiapatita), en combinación con fósforo y magnesio, contribuyendo a la mineralización de la matriz proteica ósea. El hueso compacto ofrece rigidez y soporte estructural. (Criollo et al., 2010).

##### **No esquelética**

El calcio interviene estructuralmente en la estabilidad de membranas celulares y gránulos de secreción. Regulatoramente, controla reacciones enzimáticas de forma pasiva y permite la contracción muscular activa al unirse a la troponina C (Martínez de Victoria, 2016).

#### **b) Metabolismo del calcio**

Es un conjunto de procesos biológicos que regulan los niveles de calcio en el cuerpo humano. Este proceso implica principalmente la absorción intestinal, la excreción renal y la homeostasis ósea para mantener las concentraciones plasmáticas adecuadas. Las hormonas clave involucradas son la paratohormona (PTH), la calcitonina y la vitamina D activada, que coordinan estos procesos para asegurar funciones fisiológicas críticas como el mantenimiento estructural del esqueleto, coagulación sanguínea, contracción muscular y transmisión nerviosa (Carral et al., 2000).

#### **2.2.3. Magnesio**

Es un mineral esencial que participa en procesos vitales como la duplicación del ADN y actúa como cofactor en múltiples enzimas. Se obtiene de frutas, legumbres, frutos secos y cereales integrales, o mediante suplementos. Su deficiencia puede causar espasmos musculares, fatiga y alteraciones cardíacas (Aranda et al., 2000). La falta de este mineral puede afectar negativamente diversas funciones corporales (Miyahira, 2018).

#### **a) Funciones del magnesio**

##### **Bioquímicas**

El magnesio juega un papel clave en la producción de energía, ya que participa en la síntesis de ATP, el transporte de electrones y la regulación de enzimas. (Aranda et al., 2000).

### **Fisiológicas**

El Mg juega un papel clave en el desarrollo de los huesos, mantiene el equilibrio entre el calcio y el fosfato, y está implicado en la transmisión genética. Es esencial para la motilidad del espermatozoide. Además, regula la estimulación en el sistema muscular y nervioso y tiene efectos protectores sobre el corazón y propiedades antitrombóticas (Miyahira, 2018).

### **b) Metabolismo del magnesio**

El Mg es crucial para numerosos procesos fisiológicos del cuerpo. Regula la función muscular y nerviosa, tiene un impacto en los niveles de azúcar en la sangre, así como la presión arterial. Además, es esencial para la síntesis de proteínas, la formación de masa ósea, la replicación del ADN y el material genético de las células (Pérez et al., 2017).

Es un catión divalente, se almacena principalmente en huesos (60-65 %) y tejidos blandos (30-35 %), mientras que menos del 1 % está en el líquido extracelular. Su balance depende de la absorción intestinal y la excreción renal, procesos que se ajustan para mantener la homeostasis en caso de ingesta reducida (Miyahira, 2018).

## **2.2.4. *Persea americana* Mill, variedad Hass “palta”**

### **a) Taxonomía de *Persea americana* Mill “palta”**

Fue identificada y clasificada por la Bióloga Laura Aucasime Medina de acuerdo con el sistema de clasificación de Cronquist. (1988).

**Tabla 1.** Taxonomía de *Persea americana* Mill, variedad Hass “palta”.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Orden	: Laurales
Familia	: Lauraceae
Tribu	: Perseae
Género	: <i>Persea</i>
Especie	: <i>Persea americana</i> Mill
Variedad	: Hass
Nombre vulgar	: “palto”

Fuente: Constancia emitido por la Bióloga Laura Aucasime Medina (Anexo 1).

### **b) Hábitat y adaptabilidad climática**

*Persea americana* es originaria de México y Guatemala, su cultivo se ha expandido globalmente, siendo América el principal productor. Es una planta arbórea perenne crece desde el nivel del mar hasta 2,500 m.s.n.m en climas tropicales y subtropicales, con temperaturas óptimas de 15-20°C (Pérez et al., 2015). Requiere suelos profundos, franco-arenosos y bien drenados, con pH de 5,6 a 6,5. En condiciones ideales, puede producir hasta 25 TM/ha, pero suelos compactados reducen su rendimiento (Herrera y Narrae, 2011).

### **c) Descripción botánica**

El árbol de *Persea americana* puede alcanzar hasta 20 metros de altura, con un tronco recto, corto y una corteza rugosa de tonalidades variables. Sus hojas son verdes, simples, alternas, de 6 a 30 cm, formando un follaje denso. Las flores, pequeñas y aromáticas, se agrupan en racimos, con un color blanco verdoso y un diámetro de 1 a 3 cm (Santos, 2017).

El fruto de la variedad Hass es una drupa con forma redondeada o piriforme, de cáscara gruesa y rugosa, en tonalidades verde, amarilla o violeta. Su pulpa es cremosa, oleosa y de color amarillo a verde, con una semilla única, dura y ovalada. Destaca por su alto contenido de aceite 18 y 22 %, bajo contenido de agua 60 y 70 %, lo que favorece su resistencia al transporte y su vida poscosecha (Santos, 2017).

#### **2.2.5. Cáscara**

Es una capa externa gruesa y rugosa, de color verde oscuro o negro al madurar, que protege la pulpa comestible. Aunque no es consumible, contiene compuestos bioactivos como fenoles, flavonoides, con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias, relevantes para la industria alimentaria y medicinal. Además, es rica en fibra dietética, que puede mejorar la digestión, aunque suele ser desechada en el consumo del fruto (Valdez, 2020).

#### **2.2.6. Semilla**

Es la parte central del fruto, que contiene el embrión y actúa como el órgano reproductivo de la planta. Se caracteriza por ser uniembrionaria, ovalada, alargada, con un peso que varía entre 100 a 200 gramos (Valdez, 2020).

### **a) Composición química de la cáscara y la semilla**

*Persea americana* Mill posee alrededor del 80 % de contenido de agua y fibra dietética, y a diferencia de otras frutas, tiene un contenido bajo de azúcar. Los componentes de las semillas son los siguientes: 52,7 % de humedad 1,2 % de ceniza 2,4 % de proteína 42,5 % de extracto sin nitrógeno 27,5 % de carbohidratos

y 0,5 % de grasa. Las cáscaras de palta presentan un contenido de humedad de 65,7 % ceniza de 1,6 % proteína de 6,3 % lípidos totales de 2,89 %, extracto libre de nitrógeno de 20,8 % y fibra de 33,3 % (Zaldivar et al., 2023).

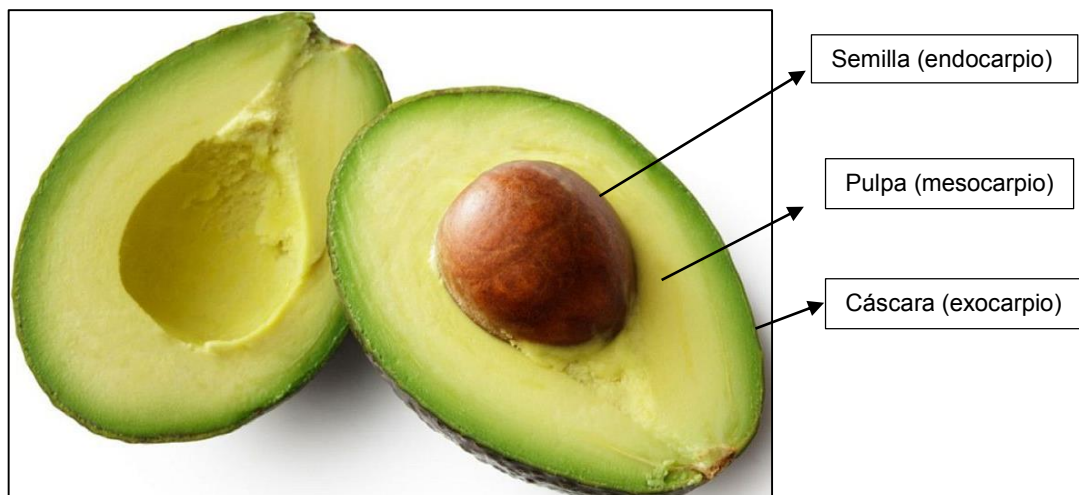
### **b) Características de la semilla palta Hass**

Es de tamaño mediano a grande, con un peso que oscila entre 100 y 200 gramos, representando aproximadamente el 15-18 % del peso total del fruto, forma ovalada y alargada, similar a un huevo (Valdez, 2020).

- ✓ Contiene alrededor de 30 % de almidón, lo que le otorga propiedades de gelatinización útil en productos alimenticios.
- ✓ Presenta compuestos bioactivos como polifenoles, antioxidantes, ácidos grasos, tocoferoles (vitamina E) y carotenoides.
- ✓ Tiene un contenido promedio de humedad del 46-54 %, fibra dietética y minerales como cenizas 1,7 % y carbono fijo 6,65 % (Zaldivar et al., 2023).

### **c) Estructura de la semilla**

- ✓ Contienen compuestos orgánicos e inorgánicos, con aproximadamente el 50 % del aceite de la semilla localizado en el embrión.
- ✓ Antes de la germinación, el embrión muestra inactividad, caracterizada por la presencia de proteínas y lípidos de reserva.
- ✓ Compuesta por la epidermis externa, células de taninos y restos del xilema, donde las traqueidas pueden contener células ricas en azúcares, grasas o proteínas (Huamán, 2014).



**Figura 3.** Partes de la semilla

Fuente: (Huamán, 2014)

#### **d) Usos tradicionales de la cáscara y semilla**

La cáscara como también la semilla de palta Hass, que a menudo son desechadas, tienen diversos usos tradicionales y propiedades beneficiosas.

**Cáscara:** Se utiliza en infusiones para problemas digestivos y parásitos intestinales, gracias a sus propiedades antiinflamatorias y antioxidantes. También es rica en fibra donde es emplea en la industria cosmética para productos de cuidado de la piel, como cremas y exfoliantes (Calderón, 2023).

**Semilla:** Tradicionalmente, se usa para tratar diarreas, inflamaciones y otras enfermedades de la piel, debido a sus propiedades antimicrobianas y antiinflamatorias. Además, se utiliza en el tratamiento para la caída del cabello, se aprovecha en la elaboración de productos sostenibles, como bioplásticos y cosméticos (Calderón, 2023).

#### **2.2.7. Técnica de Folin-Ciocalteu para la cuantificación de fenoles**

La técnica de Folin-Ciocalteu, propuesto por Folin (1962) y adaptado por Singleton, se utiliza para cuantificar compuestos fenólicos totales mediante la oxidación de estos por un reactivo molibdotungstosfórico, generando un complejo azul medido a 765 nm. Aunque se emplea frecuentemente el ácido gálico como estándar para expresar los resultados en equivalentes de ácido gálico (EAG), el uso de diferentes estándares y la falta de estandarización en condiciones críticas (como proporciones de reactivos, temperatura y tiempo de lectura) dificultan la comparación entre estudios. A pesar de su utilidad, el método puede verse afectado por interferencias y variabilidad experimental, lo que exige un control riguroso de las condiciones analíticas (García et al., 2015).

#### **2.2.8. Técnica de complexometría utilizando ácido etilendiamino tetraacético (EDTA) para determinar los niveles de calcio y magnesio**

La técnica de complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) permite medir directamente el calcio, manteniendo un pH alto para que el magnesio se precipite como hidróxido. Se utiliza el indicador murexida al 1 %, que reacciona exclusivamente con el calcio, produciendo un cambio de color al formar un complejo con el EDTA en un rango de pH de 12 a 13. El EDTA funciona como un agente quelante eficaz debido a su alta estabilidad y capacidad para formar complejos fuertes con iones metálicos como el calcio y el magnesio. Sin embargo, en los extractos de plantas, la presencia de otros iones metálicos, como hierro y cobre, así como ortofosfatos, puede interferir en la medición, ya que estos pueden formar

complejos o sales insolubles que dificultan la determinación precisa de las concentraciones de calcio y magnesio (Harris, 2007).

### **2.2.9. Ceniza**

La ceniza es un polvo fino generado por la quema de materiales, principalmente compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Una porción de la ceniza permanece como residuo en la zona de incineración, mientras que otra se dispersa en el aire en forma de humo (Braja, 2012).

#### **a) Porcentaje de ceniza**

El porcentaje de ceniza indica la cantidad total de minerales presentes en un alimento o dieta, incluyendo calcio, magnesio, potasio y fósforo (Latimer, 2023). Es relevante en la alimentación animal, la agricultura y las ciencias ambientales, ya que influye en las propiedades y el valor nutricional de los alimentos.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del ámbito de estudio

Este estudio se llevó a cabo en los ambientes del Laboratorio de Bioquímica de la de la Escuela Profesional de Biología propiedad de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, ubicado en la Av. Independencia s/n en la región Ayacucho, provincia de Huamanga y distrito de Ayacucho, cuyas coordenadas geográficas son latitud 13°08'44,04" S, longitud 74°13'15,85" O, y se encuentra a una altitud de 2791 metros sobre el nivel del mar.

#### 3.2. Población

Conformada por los frutos de *Persea americana* Mill, variedad Hass “palta”.

#### 3.3. Muestra

Dos kg del fruto de *Persea americana* Mill, variedad Hass “palta”.

#### 3.4. Metodología y recolección de datos

##### 3.4.1. Preparación de la muestra

Las paltas de la variedad Hass fueron compradas en el mercado mayorista 12 de abril, ubicado en el distrito de Ayacucho.

##### 3.4.2. Tratamiento de la muestra para la obtención de fenoles y minerales

###### a) Desinfección y secado

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Las semillas y cáscaras de palta variedad Hass fueron lavadas y desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 1%. Luego, se secaron a la sombra durante un período de 4 semanas. Después de este proceso, se colocaron en una estufa a 60°C durante 5 horas para obtener el material vegetal seco, que posteriormente se trituró con un mortero y se almacenó en un frasco de vidrio ámbar de boca ancha.

## **b) Obtención de la ceniza de la muestra biológica**

Se pesaron 10 g de semilla y cáscara que fueron previamente trituradas de palta Hass, las cuales se colocaron en un crisol, luego se llevaron a una estufa para ser incineradas hasta que presentaran un cambio de color a negro. Posteriormente, se dejaron enfriar y se trasladaron a la mufla, donde se mantuvieron a 550 °C por un periodo de 2 horas para obtener la ceniza, la cual fue utilizada para la determinación de calcio y magnesio (Alegre, 2019).

### **3.4.3. Preparación del extracto hidroalcohólico de las muestras de semillas y cáscaras**

- ✓ En dos botellas de color ámbar se colocaron 57,8 g de muestra de semilla fragmentada y 66,2 g de cáscara fragmentada añadida de alcohol etílico.
- ✓ Se adicionó 500 ml de alcohol de 96 C° para inactivar la enzima polifenol oxidasa y prevenir la degradación de los polifenoles durante el ensayo.
- ✓ El macerado fue sometida a agitación por 10 minutos por día, durante 15 días.
- ✓ Después de los 15 días. Se filtró la muestra hidroalcohólica y se llevó a Baño María a temperatura de 60 C° hasta obtener la muestra seca y libre de alcohol.
- ✓ Se obtuvo la muestra libre de alcohol para los análisis de compuestos fenólicos.

### **3.4.4. Cuantificación de los compuestos fenólicos**

Para la cuantificación de fenoles de *Persea americana* Mill, “palta” se utilizó el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu:

#### **1. Preparación de solución patrón**

Se disolvieron 0,73 g de ácido gálico en 50 ml de agua destilada, luego se agregaron 13 g de reactivo de Folin-Ciocalteu, seguido de 10 g de carbonato de sodio. Finalmente, se horneó el volumen hasta 500 ml con agua destilada.

#### **2. Preparación del estándar**

Con el uso de 8 fiólas de 25 ml se midió 80, 240, 480, 640, 800, 960, 1120, 1180 y 10 ml respectivamente de una solución patrón, agregando 2 ml de ácido clorhídrico concentrado a cada fióla y se aforó a 25 ml.

#### **3. Obtención de la curva de calibración**

- ✓ Tomamos 1 ml de c/u de los estándares y se colocaron en 8 frascos de 25 ml. posteriormente agregamos 0,25 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu 1 N a cada frasco.
- ✓ A continuación, agitamos por un periodo de 5 min y agregamos 1,25 ml de carbonato de Na a cada frasco. Se reunió el volumen de las fiolas con 8 ml de

agua destilada y se homogeneizó, lo que resultó en una coloración azul oscuro. Se dejó reposar durante una hora antes de medir la absorbancia.

- ✓ La lectura de absorbancia lo obtuvimos con el uso del espectrofotómetro a 760 nm, con lo cual construimos la curva de calibración.

#### **4. Preparación del blanco**

Usamos la misma técnica para la obtención de la curva, pero sin agregar la solución estándar.

#### **5. Procedimiento para el contenido de fenoles totales por el método Folin-Ciocalteu**

- ✓ Se pesaron 20 mg de la muestra y se colocaron en un frasco de 25 ml, al que se añadió alcohol hasta completar el volumen.
- ✓ Se tomaron 0,5 ml de esta disolución y se mezclaron con 3,5 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu, dejándola reposar durante 5 minutos.
- ✓ Luego, se agregaron 3,5 ml de carbonato de sodio al 20 %.
- ✓ La mezcla se agitó vigorosamente y se dejó reposar durante 1 hora a temperatura ambiente.
- ✓ Finalmente, se midió la absorbancia a 760 nm.
- ✓ Este procedimiento se repitió tres veces.

#### **3.4.5. Estandarización del EDTA (factor de corrección volumétrico de EDTA)**

- ✓ Vertimos 25 ml de solución estándar de Ca en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Se agregaron 25 ml de agua destilada, 1 ml de la solución de NaOH 2 N y 20 gotas del indicador murexida al 1 %, luego se agitó la mezcla.
- ✓ Se tituló con la solución de EDTA 0,04 N hasta que el color cambiara de rosa a malva.
- ✓ Para calcular el factor de corrección volumétrica de la solución de EDTA 0,04 N, se utilizó la siguiente fórmula:

$$F = \frac{\text{Volumen de CaCO}_3}{\text{Volumen de EDTA}}$$

Donde:

F = factor de corrección volumétrico de la solución de EDTA 0,04 N

Volumen de CaCO<sub>3</sub> = volumen de solución estándar de calcio titulada en ml

Volumen de EDTA = volumen de EDTA 0,04 N gastado en la titulación en ml

El factor de corrección volumétrico se expresa como mg de CaCO<sub>3</sub> equivalentes a 1,0 ml de solución de EDTA.

### 3.4.6. Cuantificación de calcio mediante complexometría

Para la determinación de Ca de *Persea americana* Mill, variedad Hass ("palta"), se empleó la técnica de complexometría con ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), realizaremos el procedimiento que a continuación describiremos.

- ✓ Pesamos 0,1 g de ceniza de cáscara y semilla de palta variedad Hass.
- ✓ Añadimos 10 ml de alcohol etílico, diluyéndolo con agua destilada.
- ✓ Luego, se filtró y ajustó el volumen a 100 ml, tomando posteriormente 5 ml de la muestra a analizar.
- ✓ Esta cantidad se colocó en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Se añadieron cinco gotas de hidróxido de sodio 4 N para ajustar el pH a 13, verificando con un pH-metro.
- ✓ Se agitó la mezcla y se agregaron 2 gotas de solución del indicador murexida al 1%.
- ✓ Para la titulación, se incorporó el titulante EDTA 0,04 N estandarizado, agitándose continuamente hasta que el color cambiara de rosa a púrpura. El procedimiento se repitió tres veces.
- ✓ Se registraron los mililitros de EDTA 0,04 N utilizados para realizar los cálculos utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Calcio (mg/dl)} = \frac{(20 \times A \times F)}{B}$$

Donde:

A = ml de EDTA gastado

B = ml de la muestra problema

F = factor de corrección volumétrico de EDTA.

### 3.4.7. Determinación de magnesio por Complexometría

- ✓ Pesamos 0,1 g de ceniza de cáscara y semilla de palta variedad Hass.
- ✓ Añadimos 10 ml de alcohol etílico, diluyendo con agua destilada.
- ✓ Filtramos y aforamos a 100 ml, para luego tomar 5 ml de la muestra problema.
- ✓ Colocamos la muestra en un matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- ✓ Añadimos 5 gotas de hidróxido de amonio hasta alcanzar un pH de 10.
- ✓ La solución se agitó suavemente y se tapó para evitar la evaporación del buffer amoniacal.
- ✓ Incorporamos dos gotas del indicador negro de Eriocromo T.
- ✓ Se llenó una bureta de 50 ml con la solución de EDTA 0,1 M, asegurándose de lavarla previamente con pequeñas porciones de su propia solución valorante.

- ✓ Luego, se tituló rápidamente la solución problema con la solución de EDTA 0,1 M de la bureta, agitando suavemente cada vez que las gotas del titulante caían sobre el matraz, hasta que la solución adquirió un color azul uniforme. La agitación debe ser suave y la titulación rápida para evitar cambios en el pH (el color cambia de rojo vino a azul).
- ✓ La valoración se repitió tres veces para cada muestra.
- ✓ Se registraron las lecturas en mililitros de EDTA 0,1 M consumidos para el cálculo del contenido de magnesio.
- ✓ Se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Magnesio (mg/dl)} = (VG * PM * M) * 10$$

Donde:

VG = volumen gastado de solución valorante

EDTA PM = Peso molecular del magnesio

M = Molaridad corregida de la solución valorante EDTA

#### **3.4.8. Cuantificación del porcentaje de ceniza**

El porcentaje de ceniza se determinó utilizando el procedimiento oficial de la AOAC 930,05 (Latimer, 2023). El procedimiento consistió en calentar 10 g de muestra en una mufla a 550°C durante dos horas.

- ✓ Dos crisoles de porcelana de 50 ml fueron pesados en la balanza analítica que se etiquetaron previamente (P1).
- ✓ Se pesó en la balanza analítica el crisol con 10 g de muestra triturada (P2).
- ✓ Los crisoles fueron colocados a la mufla automática marca Muffle Nabertherm GmbH 20,28865, previamente programada a 550 °C por un periodo de dos horas.
- ✓ Finalmente se esperó un periodo de 24 horas para que el equipo de la mufla descendiera la temperatura, se pesó en la balanza analítica los crisoles más la muestra de ceniza (P3).
- ✓ Se empleó la siguiente fórmula para el porcentaje de ceniza:

$$\%C = \frac{P_2 - P_3}{P_2 - P_1} * 100$$

Donde:

P1: Peso de crisol vacío

P2: Peso de crisol + muestra triturada

P3: Peso de crisol + muestra de ceniza

### **3.5. Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo no experimental, dado que las variables suceden de forma natural y no pueden ser alteradas, siendo recogidas en su estado natural (Sampieri et al., 2002).

### **3.6. Nivel de investigación**

Es de tipo descriptivo, ya que tiene como objetivo especificar la determinación de fenoles totales mediante el método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, así como la titulación con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) aplicado al calcio y magnesio presentes en la semilla y cáscara de *Persea americana* "palta". Es de corte transversal, ya que los datos se recopilaban en un período específico en la provincia de Huamanga.

### **3.7. Análisis estadístico**

Usamos Microsoft Excel 2016 para la elaboración de tablas y para comparar los niveles de fenoles, Ca y Mg entre cáscaras y semillas, se calculó el promedio utilizando el programa SPSS versión 23 y se aplicó la prueba T de Student con el software Minitab versión 21.

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla 2**

*Concentración de fenoles totales del extracto hidroalcohólico de la cáscara y semilla de Persea americana Mill, variedad Hass “palta” Ayacucho 2023*

<b>Especie vegetal</b>	<b>Promedio de concentraciones de fenoles totales (mg de EAG/100 g)</b>	<b>Desviación estándar</b>
Cáscara	14,8	0,4 a
Semilla	11,3	0,2 b

Prueba T( $\alpha=0,05$ ) letras diferentes indica que hay diferencias significativas.

**Nota:** Se observa el promedio de fenoles totales de la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill. variedad Hass “palta” es de  $14,8 \pm 0,4$  mg de EAG/100 g y  $11,3 \pm 0,2$  mg de EAG/ 100 g.

**Tabla 3**

*Promedio de la concentración de calcio en la cáscara y semilla de Persea americana Mill, variedad Hass “palta” Ayacucho 2023*

<b>Especie vegetal</b>	<b>Promedio de concentraciones de calcio (mg/dl)</b>	<b>Desviación estándar</b>
Cáscara	5,3	0,3 b
Semilla	9,3	0,4 a

Prueba T( $\alpha=0,05$ ) letras diferentes indica que hay diferencias significativas.

**Nota:** Se observa el promedio de las concentraciones de calcio en las cáscaras y semillas de *Persea americana* Mill. variedad Hass “palta” fue de  $5,3 \pm 0,3$  mg/dl y  $9,3 \pm 0,4$  mg/dl.

**Tabla 4**

*Promedio de concentración de magnesio en la cáscara y semilla de Persea americana Mill, variedad Hass, "palta" Ayacucho 2023*

<b>Especie vegetal</b>	<b>Promedio de concentraciones de magnesio (mg/dl)</b>	<b>Desviación estándar</b>
Cáscara	0,25	0,01 a
Semilla	0,14	0,01 b

Prueba T( $\alpha=0,05$ ) letras diferentes indica que hay diferencias significativas.

**Nota:** Se observa el promedio de concentración de magnesio en la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill. variedad Hass "palta" es  $0,25 \pm 0,01$  mg/dl y  $0,14 \pm 0,01$  mg/dl.

**Tabla 5**

*La comparación de la concentración de calcio y magnesio en la cáscara y semilla de Persea americana Mill, variedad Hass, Ayacucho 2023*

<b>Especie vegetal</b>	<b>Promedio de concentraciones de calcio (mg/dl)</b>	<b>Promedio de concentraciones de magnesio (mg/dl)</b>
Cáscara	5,3	0,25
Semilla	9,3	0,14

**Nota:** Se observa la comparación del promedio de las concentraciones de los minerales en las cáscaras y semillas de *Persea americana* Mill, fue de 5,3 mg/dl y 9,3 mg/dl de calcio y 0,25 mg/dl y 0,14 mg/dl de magnesio.

**Tabla 6**

*Porcentaje de ceniza en la cáscara y semilla de Persea americana Mill, variedad Hass “palta”  
Ayacucho 2023*

<b>Especie vegetal</b>	<b>Porcentaje (%) de ceniza</b>
Cáscara	7,3
Semilla	2,3

**Nota:** Visualizamos que un 7,3 % de ceniza es de la cascara y 2,3 % es de semilla de palta - variedad Hass.

## V. DISCUSIÓN

En la Tabla 2, observamos alto contenido de fenoles determinados en subproductos de *Persea americana*, palta Hass, registrando  $14,8 \pm 0,4$  mg de EAG/100 g en la cáscara y  $11,3 \pm 0,2$  mg de EAG/100 g en la semilla mediante la técnica de Folin–Ciocalteu; según esa información observamos que en la cáscara encontramos mayor compuestos fenólicos que en la semilla, es debido a que la cáscara actúa como la primera barrera de defensa contra factores externos como radiación UV, plagas, microorganismos y estrés ambiental. Estos compuestos fenólicos tienen propiedades antioxidantes y antimicrobianas, lo que ayuda a proteger el fruto de la oxidación y del ataque de patógenos (Valdiviezo, 2022). Además, las cáscaras están más expuestas a cambios de temperatura, humedad y agentes patógenos, lo que estimula la síntesis de metabolitos secundarios como flavonoides y taninos, compuestos que forman parte de la respuesta de defensa de la planta.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Becerra y Monzón (2019), quienes reportaron concentraciones de fenoles de 14,4 mg/100 g en cáscaras y 12,5 mg/100 g en semillas de palta Hass. De manera similar, Murcia y Castañeda (2022), informaron una concentración de 12,9 mg/100 g en cáscaras de cacao. Esto reafirma la hipótesis de que las cáscaras contienen una mayor cantidad de fenoles debido a su función protectora y su exposición directa a la luz solar y otros factores ambientales. Asimismo, los fenoles se sintetizan a través de la vía metabólica del ácido shikímico, un proceso activado en tejidos expuestos a la fotosíntesis.

Por otro lado, Valdiviezo (2021), reportó concentraciones de 39,7 mg/100 g en la cáscara y 29,5 mg/100 g en la semilla, valores superiores a los obtenidos en este estudio. Esta discrepancia podría atribuirse a la mayor eficacia del método de extracción utilizado, en este caso, ultrasonido, que facilita la ruptura de las paredes celulares y mejora la liberación de metabolitos secundarios.

De manera similar, Ángeles et al. (2020), informaron que los compuestos fenólicos en la cáscara de mango criollo alcanzaron 24,4 mg de EAG/100 g, mientras que en la semilla se registraron 18,6 mg de EAG/100 g. Estas diferencias podrían explicarse por la eficiencia del método de extracción y la madurez del fruto, ya que las semillas están más especializadas en el almacenamiento de energía como los carbohidratos, lípidos y proteínas, mientras que la cáscara invierte más en defensa química. Diferentes rutas metabólicas pueden contribuir a la mayor acumulación de fenoles en la cáscara y su menor concentración en la semilla.

En otro estudio, Moreno (2017), determinó el contenido fenólico en la cáscara y semilla de *Persea americana* utilizando la técnica de Folin-Ciocalteu, obteniendo 39,2 mg de EAG/100 g en la cáscara y 28,5 mg de EAG/100 g en la semilla. Este valor es superior al obtenido en el presente estudio, lo que podría explicarse por el uso de extractos liofilizados, los cuales pueden haber concentrado los compuestos fenólicos. Asimismo, Rojas et al. (2019) informaron una concentración de 43,9 mg de AG/100 g en las cáscaras del fruto de *Corryocactus brevistylus* "sanky".

Por otro lado, Escudero-Shuña et al. (2023), examinaron los compuestos fenólicos extraídos de las cáscaras y semillas de *Myrciaria dubia* "camu camu", registrando 51,5 mg de EAG/100 g en la cáscara y 28,9 mg de EAG/100 g en la semilla. Estas diferencias podrían atribuirse a las condiciones ambientales como la luz, temperatura y disponibilidad de agua y nutrientes, las cuales influyen en la biosíntesis de fenoles.

Estudios adicionales han reportado diferencias notables en la concentración de fenoles. Rivera-Ochoa et al. (2016), informaron valores de 38,6 mg de EAG/100 g en la cáscara y 53,3 mg de EAG/100 g en la semilla en frutos de papaya, utilizando el método de Folin-Ciocalteu. Esta diferencia podría explicarse por la variabilidad genética de las especies estudiadas, ya que algunas semillas pueden acumular fenoles para defenderse del estrés oxidativo durante la latencia.

Así mismo, Pacheco y Coello (2020), utilizaron un extracto metanólico y la técnica Folin-Ciocalteu, reportando una concentración menor de 5,3 mg/100 g. De manera similar, Borja y Goetschel (2022), hallaron 9,0 mg/100 g en cáscaras y 37,8 mg/100 g en semillas para la variedad Hass, mientras que en la variedad "Fuerte" registraron 1,56 mg/100 g en cáscaras y 4,8 mg/100 g en semillas. Estas variaciones podrían estar relacionadas con las condiciones de cultivo como la altitud, temperatura, disponibilidad de agua, tipo de suelo, así como con el grado de madurez de los frutos. En frutos menos maduros, los compuestos bioactivos pueden

estar más concentrados en la cáscara, mientras que en frutos maduros algunos metabolitos pueden movilizarse hacia la pulpa o la semilla.

Finalmente, Ordoñez et al. (2019), destacaron la importancia de la madurez del fruto en el contenido fenólico, sugiriendo que además del tipo de solvente y la técnica de extracción, los procedimientos aplicados durante y después de la cosecha también influyen significativamente en la concentración de fenoles.

En conclusión, el alto contenido de fenoles en la cáscara y semilla de la palta Hass resalta su importancia en la industria alimentaria, farmacéutica y cosmética. Su aprovechamiento permite la valorización de residuos agroindustriales, reduciendo el impacto ambiental y promoviendo la sostenibilidad. Además, su aplicación como biofungicidas naturales podría contribuir a la producción agrícola sostenible.

En la Tabla 3 se presentan los niveles de calcio en la cáscara y la semilla de *Persea americana*, variedad Hass, con valores de  $5,3 \pm 0,3$  mg/dl y  $9,3 \pm 0,4$  mg/dl, respectivamente. La medición se llevó a cabo utilizando la técnica de titulación con EDTA. En los hallazgos observamos una concentración de Ca significativamente mayor en semilla que en cáscara, lo que podría estar relacionado con su papel en la multiplicación. Además, el calcio desempeña un papel importante en otras estructuras al contribuir a la defensa frente a patógenos y plagas (Lara et al., 2013). El Ca es esencial para la estabilidad de las paredes celulares, ya que forma pectatos de calcio que confieren rigidez y resistencia mecánica, especialmente en tejidos relacionados con almacenamiento y desarrollo, como las semillas. En contraste, la menor concentración de calcio en la cáscara podría estar vinculada con su función primaria de defensa externa, donde otros compuestos como los fenoles y ceras juegan un papel más relevante en la protección contra agentes externos.

De manera similar, González-Mendoza et al. (2009), observaron una concentración de 16,2 mg/dl en semillas de *Terminalia catappa* Linn "almendrón", utilizando la técnica de titulación con EDTA. Estas diferencias pueden explicarse por los mecanismos fisiológicos de absorción y almacenamiento de minerales en distintas especies vegetales.

Asimismo, Estelles et al. (2020), registraron concentraciones de calcio en semillas de chía y lino de 63,1 mg/dl y 25,5 mg/dl, respectivamente, mediante el método de absorción atómica. Por otro lado, Amadi et al. (2018) identificaron contenidos de 200 mg/dl en cáscaras y 400 mg/dl en semillas de *Cucumis melo* "melón". La distribución del calcio en las plantas varía según sus necesidades metabólicas, de modo que la palta concentra más calcio en hojas y frutos, mientras que chía y lino

lo acumulan en sus semillas para favorecer la germinación.

En comparación, Martínez y Figueroa (2015), reportaron una concentración de 97,1 mg/dl de calcio en cáscaras de naranja, valor significativamente superior al encontrado en la cáscara de palta Hass. Esto sugiere que los cítricos poseen una mayor capacidad de acumulación de calcio, posiblemente debido a su composición celular y metabolismo secundario. Igualmente, Zevallos (2016), informó una concentración de 60,59 mg/dl en cáscaras de tuna, resultado que refuerza la idea de que la menor cantidad de calcio en la cáscara y semilla de palta podría estar asociada con su menor función estructural en comparación con frutos más fibrosos como la tuna o los cítricos.

El calcio es un elemento esencial para el cuerpo humano, ya que interviene en la transmisión de los impulsos nerviosos, la contracción muscular y el mantenimiento de la salud ósea. Su deficiencia puede ocasionar problemas como la osteoporosis. En este contexto, el hallazgo de una concentración significativa de calcio en la cáscara y semilla de *Persea americana* podría tener implicaciones relevantes en la nutrición humana (Theobald, 2005).

Además, el contenido mineral de los frutos está influenciado por las condiciones edafoclimáticas del lugar de cultivo. Según Moreno (2017), factores como la disponibilidad de nutrientes en el suelo, el pH y la capacidad de intercambio catiónico afectan la acumulación de minerales en las plantas. En este sentido, las condiciones locales podrían haber limitado la concentración de calcio en las muestras analizadas. Estos estudios resaltan la importancia de conocer la composición mineral de diferentes especies vegetales, dado que el calcio es fundamental para mantener huesos y dientes sanos, además de intervenir en numerosos procesos fisiológicos (Martínez de Victoria, 2016).

Desde una perspectiva aplicada, estos hallazgos podrían abrir nuevas oportunidades en la industria alimentaria y agrícola. La reutilización de la cáscara y semilla de palta con alto contenido de calcio podría ser viable en la elaboración de suplementos nutricionales, aditivos alimentarios o fertilizantes minerales. Investigaciones futuras podrían evaluar su potencial en la fortificación de alimentos. Mientras en la Tabla 4, visualizamos que el contenido de Mg en subproductos de *Persea americana* "palta", registrando  $0,25 \pm 0,01$  mg/dl en las cáscaras y  $0,14 \pm 0,01$  mg/dl en las semillas. Los hallazgos revelan una concentración de Mg considerablemente mayor en la cáscara en comparación con la semilla, lo cual se debe a que el magnesio desempeña una función principalmente metabólica en las

plantas, actuando como cofactor enzimático y participando en la activación de procesos como la síntesis de clorofila. Dado que la clorofila requiere magnesio para su estructura, su presencia en la cáscara, especialmente en etapas tempranas de desarrollo, es crucial para la fotosíntesis. Esto explica la mayor acumulación de magnesio en la cáscara en comparación con la semilla, ya que la actividad fotosintética es más intensa en los tejidos externos del fruto en crecimiento.

Zevallos (2016), reportó que la cáscara de tuna contenía 12,76 mg/dl de magnesio, un valor mucho más alto que el registrado en la cáscara de palta Hass. Esta diferencia se atribuye a variaciones en la composición de los tejidos, la adaptación ecológica y la absorción de magnesio en cada especie. La tuna, adaptada a condiciones áridas, retiene más minerales en su cáscara para soportar el estrés ambiental, mientras que la palta distribuye sus reservas en otras estructuras del fruto.

El magnesio se acumula en tejidos metabólicamente activos como la cáscara, donde actúa como cofactor de diversas reacciones enzimáticas. En cambio, su concentración en la semilla es menor, ya que esta prioriza el almacenamiento de compuestos energéticos como grasas y carbohidratos en lugar de minerales. Estelles et al. (2020), encontraron concentraciones considerablemente mayores de magnesio en semillas oleaginosas, como la chía (33,5 mg/dl), el sésamo (34,6 mg/dl) y el lino (39,2 mg/dl). Esta diferencia puede explicarse por el papel clave del magnesio en la fotosíntesis y por factores ambientales que influyen en la distribución de nutrientes entre la cáscara y la semilla.

González-Mendoza et al. (2009), reportaron un contenido de 28,69 mg/dl de magnesio en semillas de almendrán (*Terminalia catappa* Linn). A diferencia de la palta, el almendrán es una nuez oleaginosa con una alta reserva de minerales, proteínas y grasas saludables. La mayor acumulación de magnesio en estas semillas está relacionada con su función en la formación de estructuras celulares, metabolismo energético y activación enzimática esencial para el desarrollo del embrión.

Por otro lado, Amadi et al. (2018), informaron que las concentraciones de magnesio en cáscaras y semillas de *Cucumis melo* "melón" oscilaban entre 300 y 600 mg/dl, valores significativamente superiores a los registrados en la palta. En este caso, la semilla presentó una mayor acumulación de magnesio que la cáscara.

El contenido mineral en los tejidos vegetales varía dependiendo del tipo de planta, las condiciones climáticas durante su desarrollo y su edad (Pérez, 2017). Según

este autor, el magnesio es un micronutriente presente en cantidades reducidas en la mayoría de las plantas, y su acumulación está influenciada por factores como el momento de la cosecha y las características del suelo.

En la tabla 5, Los resultados evidencian diferencias significativas en la concentración de calcio y magnesio entre la cáscara y la semilla de *Persea americana*. El calcio se encuentra en mayor proporción en la semilla resultaron  $9,3 \pm 0,4$  mg/dl en comparación con la cáscara fue de  $5,3 \pm 0,3$  mg/dl, lo que sugiere que su acumulación está relacionada con la estabilidad estructural de la semilla y su papel en la germinación. Este hallazgo concuerda con estudios previos, como el de González-Mendoza et al. (2009), quienes reportaron una alta concentración de calcio en semillas de *Terminalia catappa* Linn, reforzando la idea de que este mineral es esencial para el almacenamiento y desarrollo embrionario.

Por otro lado, el magnesio muestra un patrón inverso, con una mayor concentración en la cáscara fue de  $0,25 \pm 0,01$  mg/dl en comparación con la semilla fue de  $0,14 \pm 0,01$  mg/dl. Este resultado se debe a la función del magnesio como cofactor enzimático clave en el proceso metabólico, siendo vital en la estructura de la clorofila (Llanos, 2018). Mayor acumulación en la cáscara indica que esta estructura cumple un rol metabólicamente activo durante el desarrollo del fruto, a diferencia de la semilla, donde se prioriza el almacenamiento de macronutrientes como grasas y carbohidratos.

En comparación con otras especies, la palta presenta concentraciones relativamente bajas de ambos minerales. Estelles et al. (2020), reportaron valores significativamente más altos de magnesio en semillas de chía (33,5 mg/dl) y lino (39,2 mg/dl), lo que sugiere que la palta no es una fuente rica en este mineral. De manera similar, la concentración de calcio en la palta es menor que en semillas de lino y chía, que almacenan este mineral en mayores cantidades para la germinación.

Las diferencias en el contenido de minerales pueden deberse a múltiples factores, como la especie vegetal, la composición celular y las condiciones ambientales durante el cultivo (Pérez, 2017). Además, la variabilidad en los métodos analíticos puede influir en la detección de minerales, como lo destacan las discrepancias entre los valores reportados en distintos estudios.

En la Tabla 6, la determinación del porcentaje de ceniza en la cáscara 7,3 % y semilla 2,3 %. Esto indica que la cáscara contiene una mayor cantidad de minerales totales, incluyendo potasio, fósforo y otros elementos esenciales para la planta. Este

resultado es coherente, ya que la cáscara actúa como una capa protectora y metabólicamente activa, concentrando minerales necesarios para la defensa y resistencia frente a factores externos.

Zaldívar (2023), reportó valores menores en subproductos de *Persea americana* "palta Hass", con 1,6 % en cáscara y 1,2 % en semillas. Por otro lado, Zavallos (2016), informó un porcentaje de ceniza en la cáscara del 0,99 %, menor que en la palta analizada en este estudio. Estas variaciones podrían estar relacionadas con el tipo de planta y los aspectos medioambientales.

El porcentaje de cenizas es un indicador fundamental de la concentración de minerales en los tejidos vegetales, ofreciendo información relevante sobre sus características nutricionales y calidad (Latimer, 2023).

## VI. CONCLUSIONES

1. El contenido de compuestos fenólicos en la cáscara de *Persea americana* Mill, variedad Hass, es de 14,8 mg/100 g, mientras que en la semilla es de 11,3 mg/100 g.
2. El contenido de calcio en la cáscara de *Persea americana* Mill, variedad Hass, es de 5,3 mg/dl, mientras que en la semilla es de 9,3 mg/dl.
3. El contenido de magnesio en la cáscara de *Persea americana* Mill, variedad Hass, es de 0,25 mg/dl, mientras que en la semilla es de 0,14 mg/dl.
4. Comparando el porcentaje de Ca y Mg entre la cáscara y la semilla de la variedad Hass de *Persea americana* Mill. Se observó que el calcio está presente en mayor cantidad en la semilla 9,3 mg/dl, mientras que el magnesio es más abundante en la cáscara 0,25 mg/dl.

## VII. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones adicionales para evaluar la presencia y concentración de otros oligoelementos en la cáscara y semilla, considerando su posible impacto nutricional y funcional de *Persea americana* Mill, “palta”.
- Realizar estudios de toxicidad para determinar la seguridad del uso de las cáscaras y semillas de la palta Hass como ingredientes en productos alimenticios o nutraceuticos.
- Aplicar técnicas avanzadas como la espectroscopía de absorción atómica para un análisis más detallado y preciso.
- Realizar otro método de secado como la liofilización para poder conservar el mayor contenido de compuestos bioactivos de la cáscara y semilla de la palta Hass.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angeles, C., Zavala, Z., Santos, M., Rodríguez, V., Trejo, M., y Reyes, Y. (2020). Comparación de fenoles y capacidad antioxidante de cáscara, semilla de mango criollo deshidratado con microondas. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 7(1),10-18.  
<https://revistaremaeitvo.mx/index.php/remae/article/view/42/35>
- Amadi, E., Ezenwa, I., Ezeh, C. (2018). *Evaluación del contenido nutricional de semillas de melón*.  
<https://repositorio.unf.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2e55e2e7-aaa6-422a-ab8d-a0381b9ff2cb/content>.
- Aranda, P., Planells, E., Llopis, J. (2000). Magnesio. *Revista Ars Pharmaceutica*, 41(1),91-100.  
<https://revistaseug.ugr.es/index.php/ars/article/view/5736/13246>.
- Bass Dzul, Q. (2015). Obtención de extractos polifenólicos con actividad biológica a partir de harinas elaboradas con subproductos de limón italiano. Centro de investigación y asistencia en tecnología y diseño del estado de Jalisco, a.c.<https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/89/1/Lizzie%20Viviana%20Baas%20Dzul.pdf>.
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos. 4ta ed.* Pearson Addison Wesley, México. 119-236 pp.
- Becerra, G., y Monzón, L. (2019). “*Optimización de la extracción de compuestos fenólicos asistida por ultrasonido en residuos de palta Hass (Persea americana)*” [Tesis para optar el título, Universidad Nacional Del Santa].
- Borja, D.,y Goetschel L. (2022). Subproductos del aguacate (*Persea americana*) Hass y Fuerte: estudio fitoquímico y proximal. In: Productos naturales: investigación y perspectivas en Ecuador [online]. Quito: Editorial Abya-Yala, pp. 29-50.
- Bowman, B., y Russell, R. (2003). *Conocimientos actuales sobre nutrición* (8.a ed., Vol. 2). Editorial Organización Panamericana de la Salud.  
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/3150/Conocimientos%20actuales%20sobre%20nutricion%20octava%20edicion.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Braja, M. (2012). *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. (7.a ed.)*. Editorial México.[https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos\\_de\\_ingenieria\\_de\\_cimentaciones\\_braja\\_d](https://issuu.com/cengagelatam/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_cimentaciones_braja_d).

- Calderón, M. (2023). *Propuesta de aprovechamiento de las harinas obtenidas de los co-productos de semilla y cáscara de "palta" Hass (Persea americana variedad Hass) en la industria del departamento de Risaralda a partir de su caracterización*. [Tesis para optar el título, Universidad Tecnológica de Pereira]. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/0cfd5cfc-27f7-4702-9145-9d4fe58dffcb/content>.
- Carral, F., Oliveira, G., Aguilar, M. (2000). Homeostasis del calcio y magnesio. *Revista elsevier*, 7(36), <https://www.elsevier.es/es-revista-medicina-integral-63-articulo-homeostasis-del-calcio-fosforo-magnesio-12960>.
- Criollo, I., Orellana, G., Sarmiento, K. (2010). *Evaluación de la ingesta de calcio en mujeres de 19 a 30 años que acuden a los hospitales "Vicente Corral" y "José Carrasco" Cuenca*. [Tesis para optar el título, Universidad de Cuenca, Austro del Ecuador]. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3861/1/TECN16.pdf>.
- Escudero- Shuña, P. Ramírez, S. Reátegui, V. Pereda, M. y Morales, R. (2023). Efecto del procesamiento en el contenido fenólico y aceptabilidad de infusiones de cáscara y semillas de camu camu (*Myrciaria dubia*). *Anales científicos*, 84(2), 138-148. <https://doi.org/10.21704/ac.v84i2.1926>
- Estelles, A., Gómez, S., Parra, J., Romero, J., López, B. (2020). Semillas de girasol, lino, chía y sésamo. Compuestos nutricionales y su efecto sobre la salud. *Revista Nutrición Investiga*, 1-59. [file:///C:/Users/lenovo/Desktop/911\\_c.pdf](file:///C:/Users/lenovo/Desktop/911_c.pdf).
- García, E., Fernández, I., Fuentes, A. (2015). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu*. [Tesis para optar el título, Universidad Politécnica de València - España]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%A9nez%20et%20al.pdf?sequence=1>.
- González-Mendoza, M., Mora, J., Villarroel, I., Mendoza, M. (2009). Contenido de calcio y magnesio de la semilla de almendrán (*Terminalia catappa* Linn.). *Revista Odontológica de los Andes*, 4(1), 31-36. <http://revistas.saber.ula.ve/index.php/odontoula/article/view/7217>.
- Harris, D. (2007). *Análisis químico cuantitativo*. 3<sup>ra</sup> edición. Editorial Reverté S. A. 258-267.
- Herrera, M., y Narrea, M. (2011). "Manejo integrado de palto" Universidad Nacional Agraria la Molina. Guía-Técnica.

file:///C:/Users/lenovo/Desktop/Guia\_Tecnica\_de\_Palto.pdf

- Huamán, D. (2014). *Evaluación del efecto de tratamientos con solventes orgánicos, agua y el tiempo de extracción en el rendimiento de polifenoles totales de la harina de semilla de palta (Persea americana)*. [Tesis de pregrado UNCP].  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/2652>
- Lara, E., Osorio, P., Jiménez, A., y Bautista, S. (2013). Contenido nutricional, propiedades funcionales y conservación de flores comestibles. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 63(3), 197-208.  
[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S000406222013000300002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222013000300002)
- Latimer, W. (2023). *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (22.a ed.). Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>.
- Llanos, J. (2018). *Etnobotánica de la flora arbórea y arbustiva del departamento de Cajamarca* [Tesis para optar el título, Universidad Nacional de Cajamarca-Perú].  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2607/etnobot%20de%20la%20flora%20arb%20y%20arbustiva%20del%20departamento%20de%20cajamarca.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Martin, A. (2018). Los compuestos fenólicos: Un acercamiento a su biosíntesis, síntesis y actividad biológica. *The phenolic compounds: an approach to your biosynthesis, synthesis and biological activity*.  
<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/download/1968/2366/6057?inline=1>.
- Martínez, S., y Figueroa, J. (2015). Cuantificación de Ca, Mg, K, Na y Mn en Subproductos de Cítricos procedentes de Ecuador. *Revista Politécnica*, 36(2), 29-29.  
<https://www.redalyc.org/pdf/6887/688773648003.pdf>.
- Martínez de Victoria, E. (2016). El calcio, esencial para la salud. *Nutrición Hospitalaria*, *Revista reverté* 33, 26-31. <https://doi.org/10.20960/nh.341>
- Miyahira, J. (2018). Magnesio, un electrolito algo olvidado. *Revista Médica Herediana*, 29(2), 67-68. <https://doi.org/10.20453/rmh.v29i2.3344>
- Moreno, C. (2017). *Compuestos fenólicos obtenidos del subproducto de Persea americana Mill. para la reducción de materia orgánica del efluente de una*

*industria de curtido de Tayassu pecari )”* [Tesis para optar el título, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa].

<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3335>.

Murcia, K. y Castañeda, M. (2022). Evaluación del contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante de extractos etanólicos de la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 13(2), 53 – 65. DOI: <https://doi.org/10.22490/21456453.4717>.

Ordoñez, S., Leon, A., Rivera, H., Vargas, E. (2019). Cuantificación de polifenoles totales y capacidad antioxidante en cáscara y semilla de cacao (*Theobroma cacao* L.), tuna (*Opuntia ficus indica* Mill), uva (*Vitis Vinífera*) y uvilla (*Pourouma cecropiifolia*). *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 175-183.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v10n2/a03v10n2.pdf>.

Pacheco-Coello, F., Bermúde, N., Blanco, M. (2020). Compuestos fenólicos e inhibición del estrés oxidativo de un extracto metanólico de semilla de aguacate (*Persea americana* Mill). *Ab Intus*, 6, Article 6.

Pérez, S., Ávila, G., Coto, O. (2015). EL AGUACATERO (*Persea americana* Mill) Cultivos Tropicales. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas Cuba, vol. 36, pp. 111-123.

<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193239249016.pdf>

Pérez, F., Santos, E., y Coto, E. (2017). Homeostasis del magnesio: Etiopatogenia, clínica y tratamiento de la hipomagnesemia. A propósito de un caso. *Nefrología (Madrid)*, 29(6), 518-524.

Rivera-Ochoa, M., Castillo, Z., Figueroa, K., Rojas, C., Esparza, J. (2016). Determinación de los compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante en residuos de fruto de papaya (*Carica papaya*). *Medellín Tomo 23*, (2016): S70S73. <https://www.proquest.com/docview/1783660263?sourcetype=Scholarly%20Journals>.

Rojas, T., Fuentes, E., Contreras, E., Gómez, S., Muñoz, M. (2019). Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la cáscara de sanky (*Corryocactus brevistylus*). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(2), 258-267.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v85n2/a12v85n2.pdf>.

Sampieri, R., Fernandez, C., y Baptista, P. (2002). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). Mc Graw Hill Education.

<https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20>

- 0Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20 Cientifica%206ta%20e d.pdf.
- Santos, F., Pérez, E., Coto, E. (2017). Homeostasis del magnesio: Etiopatogenia, clínica y tratamiento de la hipomagnesemia. A propósito de un caso. *Nefrología, (Madrid)*, 29(6), 518-524.  
[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S021169952009000600004&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S021169952009000600004&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
- Theobald, H. (2005). Dietary calcium and health. *Nutrition Bulletin*, 30(3), 237-277.  
<https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2005.00514.x>
- Unguer, M., y Chiappe, A. (2008). Importancia fisiológica de los microminerales en el metabolismo óseo. *Revista Redvet*, 9(10), 1695-7504.  
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63617098006.pdf>.
- Valdez, Y. (2020). *Evaluación de la capacidad antioxidante de los polifenoles presentes en semilla de palta (Persea americana Miller) variedad zutano* [Tesis para optar el título, Universidad Nacional Autónoma - México].  
<https://repositorio.unam.edu.pe/handle/UNAM/229>.
- Valdiviezo, J. (2021). *Obtención de compuestos fenólicos a partir de cáscara y semilla de palta (Persea americana Mill.), empleando tecnologías emergentes*. [Tesis para optar el título, Universidad Nacional de Frontera - Sullana].
- Viña, S. (2013). *Compuestos fenólicos* repositorio institucional Conicet  
[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/112803/CONICET\\_Digital\\_Nro.e259c68c-8b9e-472f-a1d4-0281856594ea\\_Q.pdf](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/112803/CONICET_Digital_Nro.e259c68c-8b9e-472f-a1d4-0281856594ea_Q.pdf)
- Zaldivar, A., Barrera, J., Pérez, E., Franco, M. (2023). Potencial uso de la cáscara y semilla de “palta” como fuente de compuestos bioactivos con propiedades funcionales para un desarrollo sustentable. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP* 9(18),30-33.  
[file:///C:/Users/lenovo/Downloads/9058-Manuscrito-67138-1-10-20230606%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/lenovo/Downloads/9058-Manuscrito-67138-1-10-20230606%20(1).pdf)
- Zevallos, R. (2016). *Estudio de los principios bioactivos y obtención de colorantes naturales de la cáscara de Opuntia ficus-indica (L.) Miller “tuna”* Doctoral dissertation, [Tesis para optar el título, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].  
<https://www.proquest.com/docview/1783660263?sourcetype=Scholarly%20Journals>.

## **ANEXO**

## ANEXO 1.

Constancia de identificación taxonómica de *Persea americana* Mill. “palta”.

### **C O N S T A N C I A**

**LA BIOLOGA LAURA AUCASIME MEDINA ESPECIALISTA EN TAXONOMÍA Y SISTEMÁTICA DE PLANTAS DEJA CONSTANCIA:**


Que, la Bachiller en Ciencias Biológicas, Srta, Lise ARONE ROJAS ha solicitado la identificación de una muestra vegetal para trabajo de tesis.

Dicha muestra ha sido estudiada y determinada según el Sistema de Clasificación de Cronquist. A. 1988, siendo su taxonomía la siguiente:

DIVISIÓN	:	MAGNOLIOPHYTA
CLASE	:	MAGNOLIOPSIDA
SUB CLASE	:	MAGNOLIIDAE
ORDEN	:	LAURALES
FAMILIA	:	LAURACEAE
GENERO	:	Persea
ESPECIE	:	<b><i>Persea americana</i> Mill.</b>
VARIEDAD	:	<b>Hass</b>
Nombre vulgar	:	“palto”, “aguacate”

Se expide la certificación correspondiente a solicitud de la interesada para los fines que estime conveniente.

Ayacucho, 4 de enero del 2024

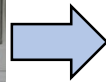
  
LAURA AUCASIME MEDINA  
**BIÓLOGA**  
Reg. C.B.P. N° 583 C.R. - XIII

## Anexo 2.

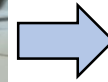
### Preparación del extracto hidroalcohólico de la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill



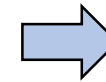
Se pesó 66,2 g de cáscara y semilla 57,8 g.



Se agregó 500 ml de alcohol de 96 C°.



Maceró por 15 días.



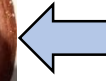
Se filtró la muestra.



Obtuvimos la muestra vegetal para la cuantificación de compuestos fenólicos.

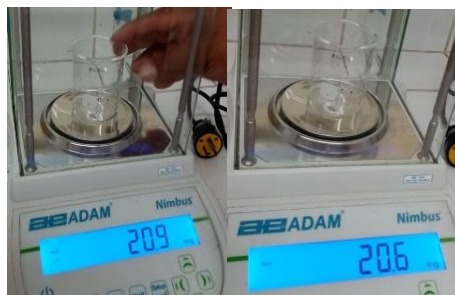


Se evaporó en Baño María a 60 C°



### ANEXO 3.

Diagrama para medir la cantidad fenoles totales en la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill.



Se pesó 20 mg de muestra



Añadió 25 ml de alcohol.



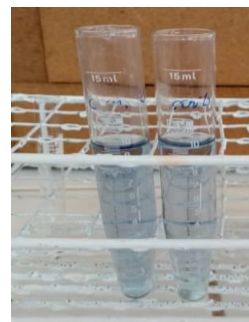
Se tomó 0,5 ml de la disolución.



Se agregó 3,5 ml de Folin-Ciocalteu.



Se midió la absorbancia a 760 nm.



Esta listo para poder leer.



Se dejó por una hora en oscuridad.



Se añadió 3,5 ml carbonato de sodio al 20 %.

#### ANEXO 4.

Muestra vegetal de la variedad Hass de *Persea americana* Mill, variedad. Hass "palta".



**ANEXO 5 .**

**Secado de la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, variedad Hass, "palta".**



**ANEXO 6.**

**El peso seco de la semillas y cáscaras de la variedad Hass de *Persea americana* Mill, "palta".**



**ANEXO 7.**

**Muestras trituradas de la semilla y cáscara de *Persea americana* Mill, variedad Hass." palta".**



**ANEXO 8.**  
**Pre tratamiento de la semilla y cáscara de *Persea americana* Mill. "palta"**



## ANEXO 9.

Diagrama de flujo para medir la cantidad total de fenoles en la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, palta.



Se pesó 0,73 g de ácido gálico y se agregó 50 ml de agua destilada. peso Folin-Ciocalteu 13 g y carbonato de sodio se pesó 10 g.



### a) Obtención de la curva y preparación del blanco



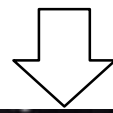
Se agregó ácido gálico a cada fiola en diferentes concentraciones 80,240,480,640,800,960,1120,1180 ul



Se añadió 0,25 ml a cada fiola de Folin-Ciocalteu 1 N. Se agitó por 5 minutos y carbonato de sodio 1,25 ml a cada uno de la fiolas



Se aforó las fiolas con 8 ml de agua destilada y homogenizó, obteniendo la coloración azul oscuro.



Se siguió el mismo procedimiento para el blanco, sin embargo, la solución estándar no fue añadida.



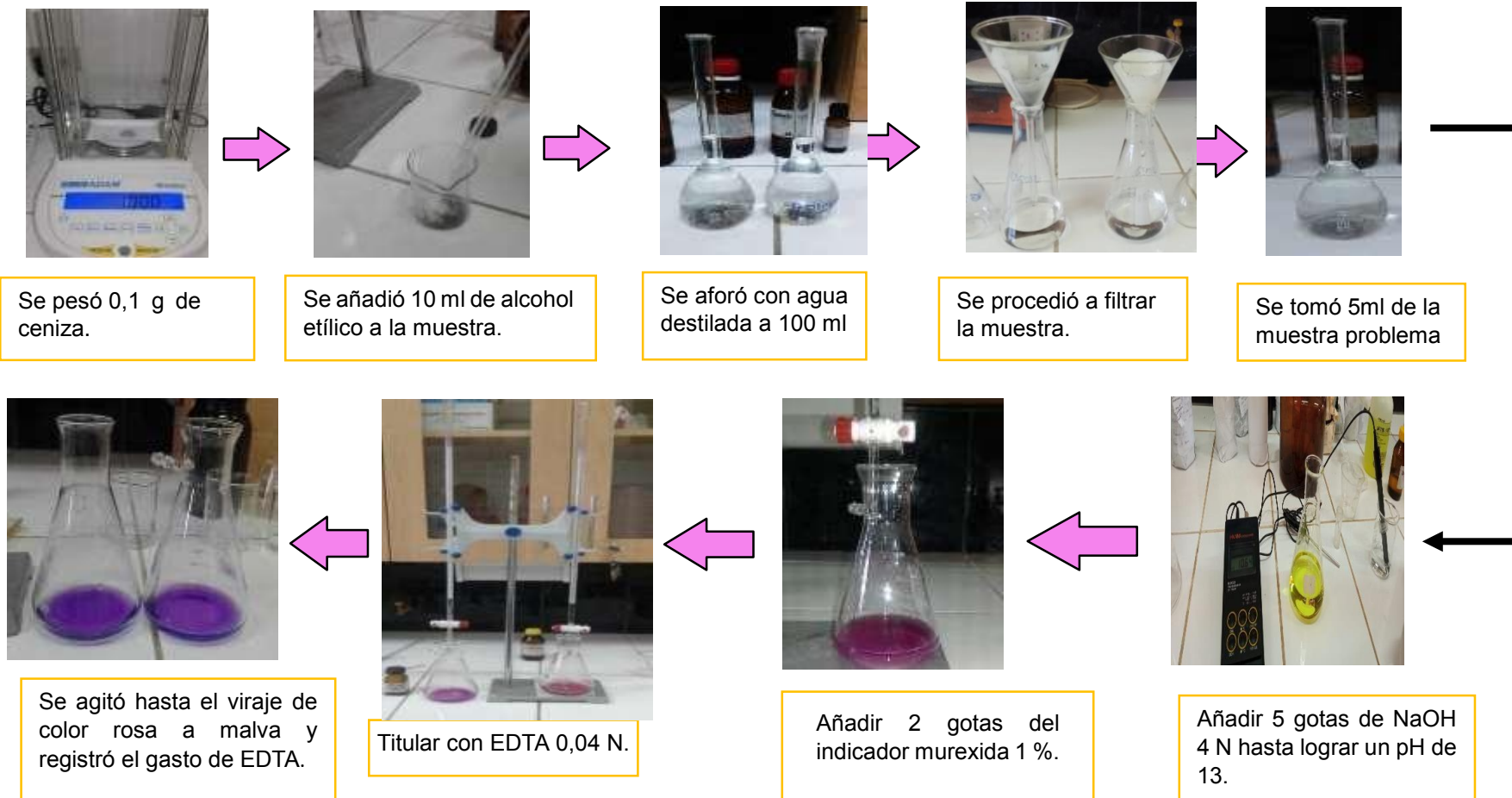
Se realizó lectura en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 760 nm, anotando los datos para obtener la curva de calibración.

**ANEXO 10.**  
**Diagrama de flujo para calcular el porcentaje de Ceniza.**



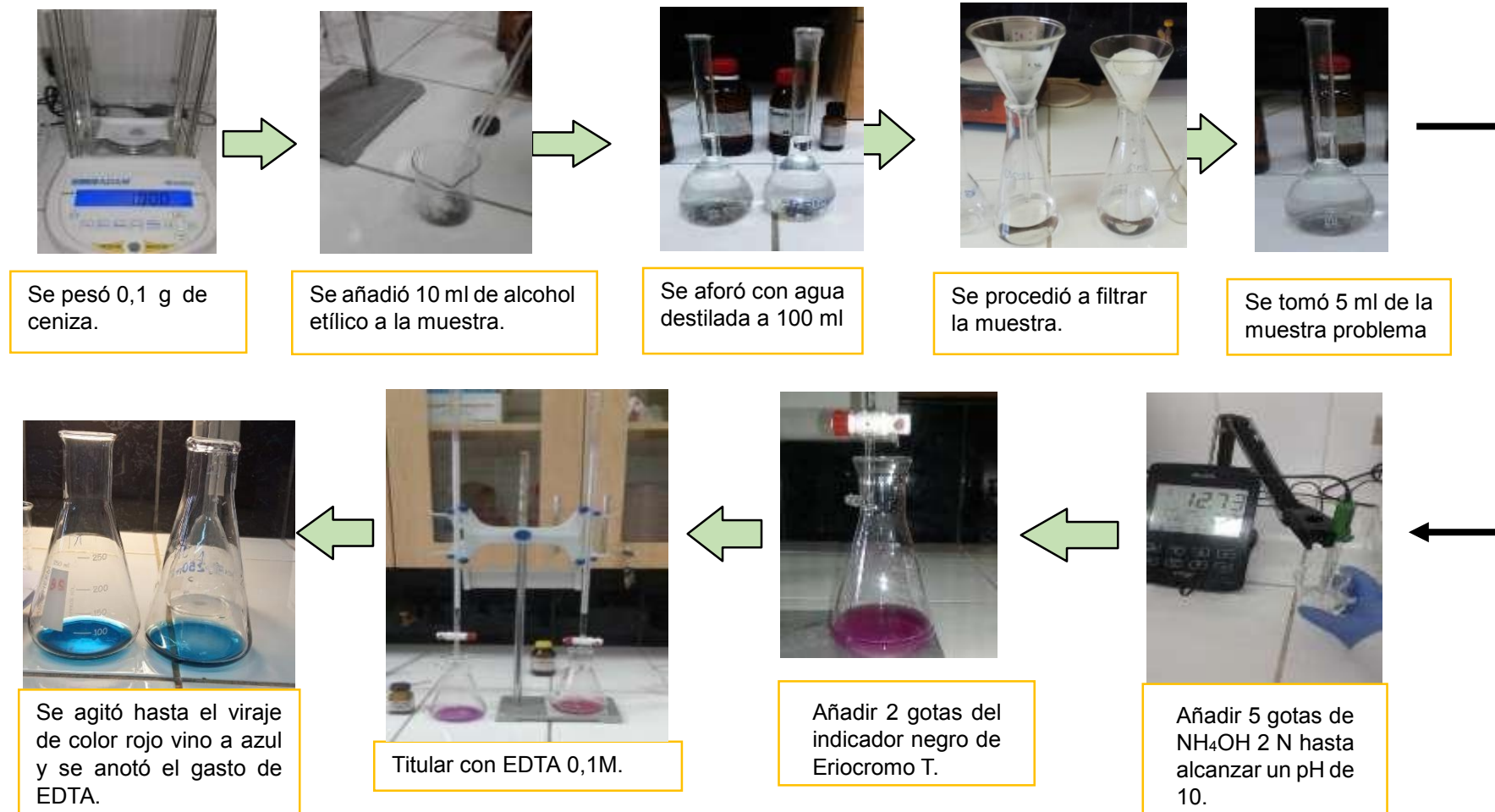
### ANEXO 11.

Diagrama para medir la cantidad de calcio presente en la cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, variedad Hass "palta".



## ANEXO 12.

Diagrama para la medición de magnesio en la cáscaras y semilla de *Persea americana* Mill, "palta".

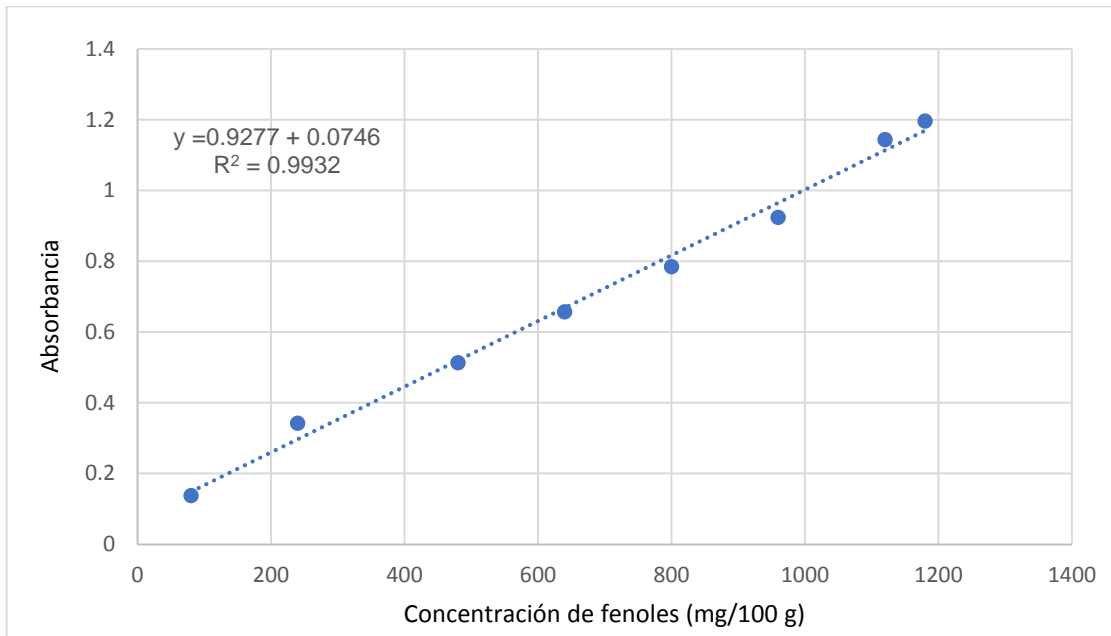


### ANEXO 13.

**Determinación de la concentración total de fenoles y medición de la absorbancia necesaria para la creación de la curva de calibración.**

<b>Concentración de fenoles (mg/100g)</b>	<b>Absorbancias</b>
80	0,138
240	0,342
480	0,513
640	0,657
800	0,785
960	0,924
1120	1,144
1180	1,196

**ANEXO 14.**  
**La curva de calibración para fenoles totales**



**Nota:** El coeficiente de correlación permite medir el grado de asociación de dos variables cuantitativas; mientras más se aproxime a 1, la correlación es perfecta entre las variables.

### Anexo 15.

#### Datos del contenido de fenoles totales en la cáscara y semilla, de *Persea americana* Mill, “palta” Ayacucho 2023

Muestra	R1 mg/100 g	R2 mg/100 g	R3 mg/100 g	Promedio de fenoles (mg/100 g)
Cáscara	14,785	14,791	14,795	14,790
Semilla	11,016	11,017	10,975	11,003

Donde:

R1: Repetición 1

R2: Repetición 2

R3: Repetición 3

## Anexo 16.

### Datos del contenido de calcio en la cáscara y semilla, de *Persea americana* Mill, “palta” Ayacucho 2023

Muestra	R1 mg/dl	R2 mg/dl	R3 mg/dl	Promedio de calcio (mg/dl)
Cáscara	5,327	5,335	5,331	5,331
Semilla	9,256	9,343	9,340	9,333

Donde:

R1: Repetición 1

R2: Repetición 2

R3: Repetición 3

### Anexo 17.

#### Datos del contenido de magnesio en la cáscara y semilla, de *Persea americana* Mill, “palta” Ayacucho 2023

Muestra	R1 mg/dl	R2 mg/dl	R3 mg/dl	Promedio de calcio (mg/dl)
Cáscara	0,254	0,251	0,251	0,252
Semilla	0,139	0,139	0,141	0,140

Donde:

R1: Repetición 1

R2: Repetición 2

R3: Repetición 3

## Anexo 18.

### Análisis estadístico para compuestos fenólicos

#### Prueba T e IC de dos muestras: Fenoles (mg/100 g); Órgano

Órgano	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Cáscara	3	14,79033	0,00503	0,0029
Semilla	3	11,0027	0,0240	0,014

#### Estimación de la diferencia

Diferencia	Desv.Est. agrupada	IC de 95% para la diferencia
3,7877	0,0173	(3,7484;3,8269)

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
267,90	4	0,000

## Anexo 19.

### Análisis estadístico para el calcio

#### Prueba T e IC de dos muestras: Calcio (mg/dl); Órgano

Órgano	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Cáscara	3	5,33100	0,00400	0,0023
Semilla	3	9,3130	0,0494	0,029

#### Estimación de la diferencia

Diferencia	IC de 95% para la diferencia
-3,9820	(-4,1051; -3,8589)

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
-139,20	2	0,000

## Anexo 20.

### Análisis estadístico para el calcio

Prueba T e IC de dos muestras: Magnesio (mg/dl); Órgano  
Estadísticos descriptivos: Magnesio (mg/dl)

Órgano	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Cáscara	3	0,25200	0,00173	0,0010
Semilla	3	0,13967	0,00115	0,00067

### Estimación de la diferencia

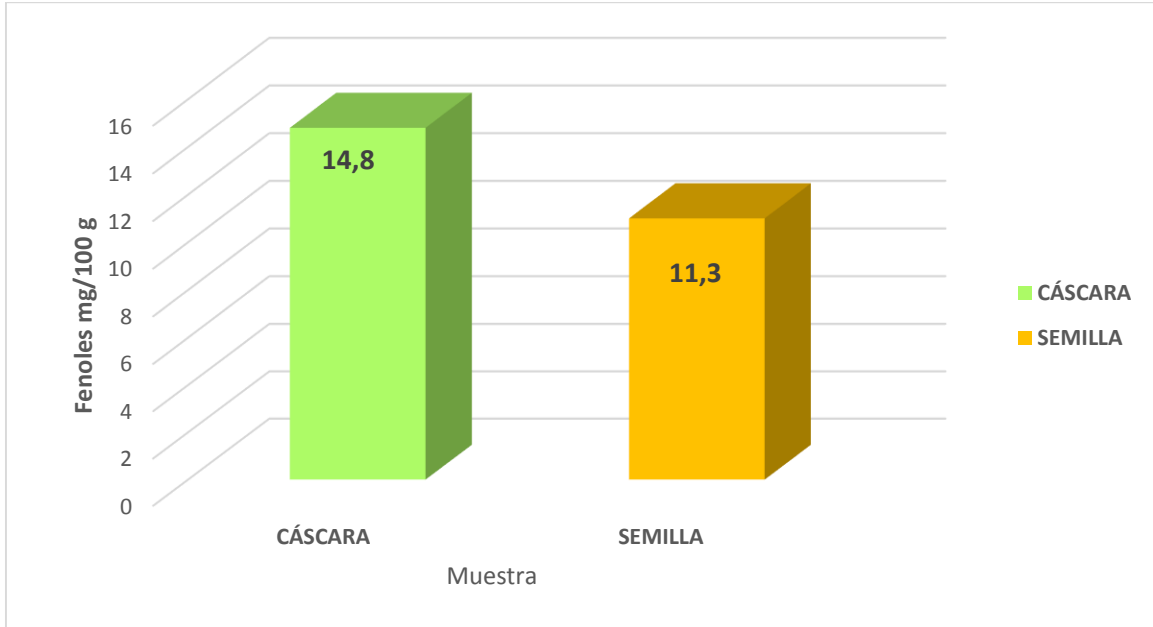
Diferencia agrupada	Desv.Est.	IC de 95% para la diferencia
0,11233	0,00147	(0,10900; 0,11567)

### Prueba

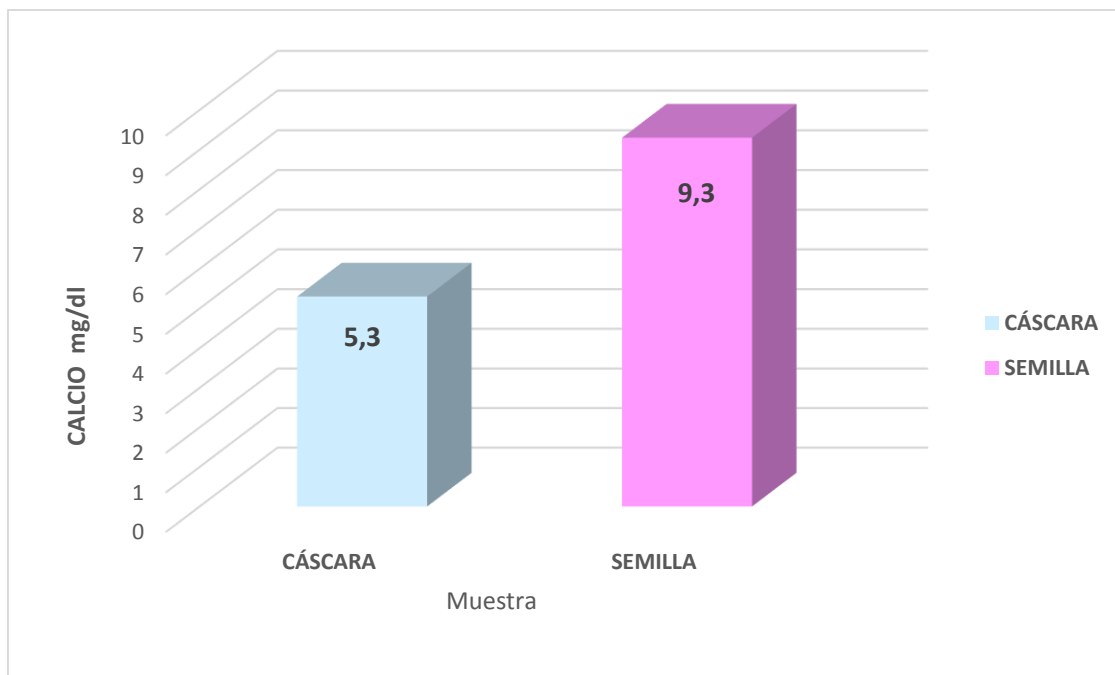
Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

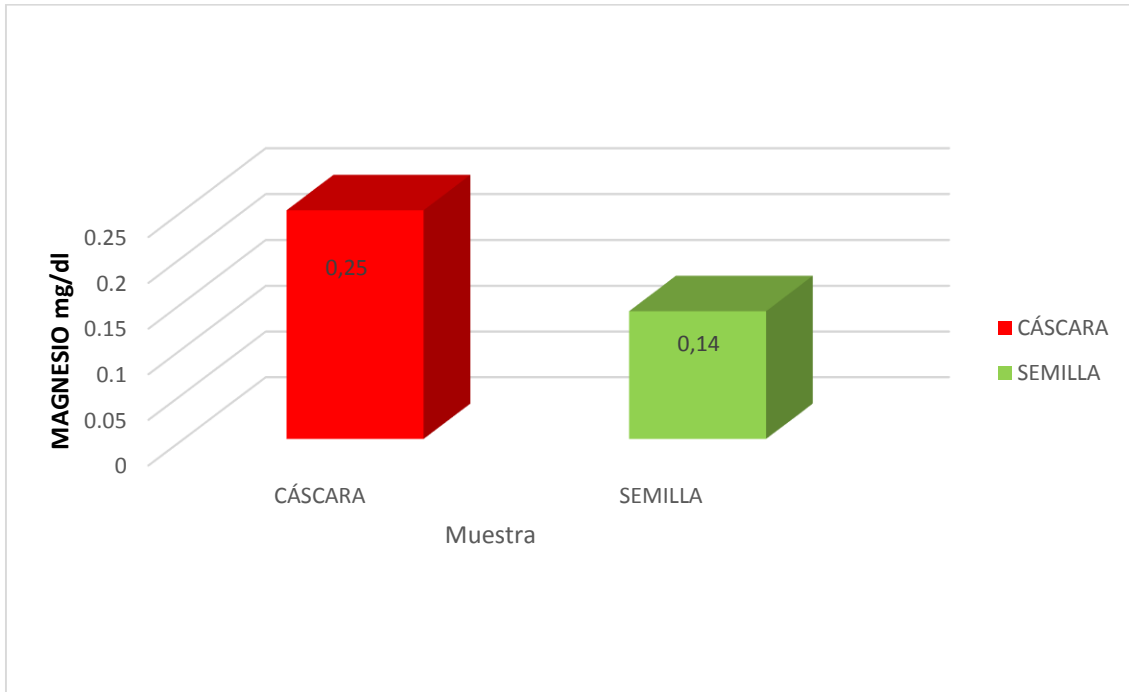
Valor T	GL	Valor p
93,47	4	0,000



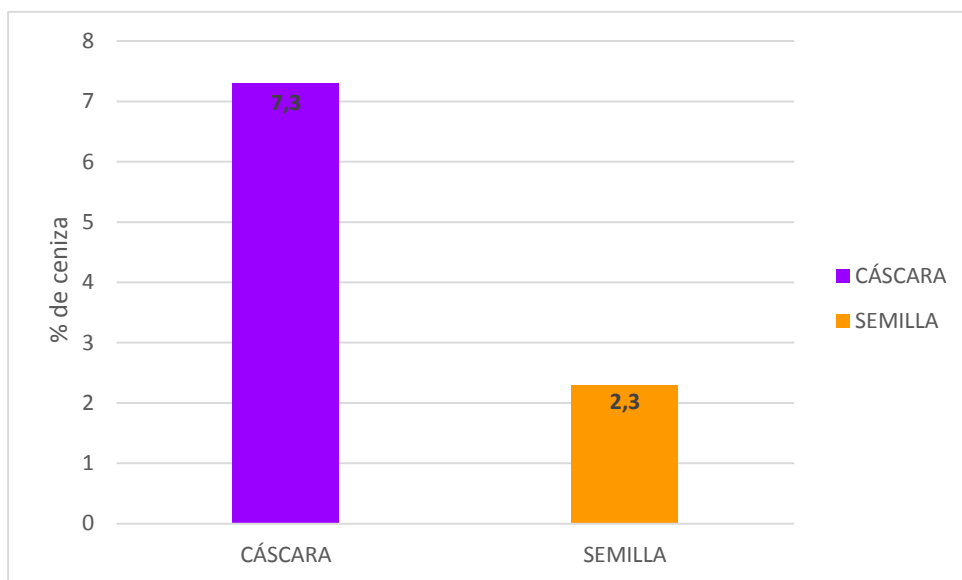
**Figura 4.** Determinación de fenoles en cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, “palta” por el método colorimétrico de Folin- Ciocalteu, Ayacucho 2023.



**Figura 5.** Determinación de calcio en cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, “palta” por el método de complexometría con EDTA, Ayacucho 2023.



**Figura 6.** Determinación de magnesio en cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, “palta” por el método de complexometría con EDTA, Ayacucho 2023.



**Figura 7.** Porcentaje de ceniza en cáscara y semilla de *Persea americana* Mill, “palta” Ayacucho 2023.

**ANEXO 21: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Título:** Contenido de fenoles totales, calcio y magnesio de *Persea americana* Mill, variedad Hass. Ayacucho 2023

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEÓRICO	VARIABLES	DISEÑO METODOLÓGICO
¿Cuál será el contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en semillas y cáscara de los frutos de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass?	<p><b>Objetivo general</b> Evaluar el contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en la cáscara y semilla de los frutos de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass "palta" Ayacucho 2023.</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar el contenido de compuestos fenólicos totales, en las semillas y cáscaras de los frutos de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass. "palta".</li> <li>Determinar el contenido de calcio presentes en las semillas y cáscaras de los frutos de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass. "palta".</li> <li>Determinar el contenido de magnesio en las semillas y cáscaras de los frutos de <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass. "palta".</li> <li>Comparar el contenido de calcio y magnesio en las semillas y cáscaras de los frutos de <i>Persea americana</i> Mill, "palta".</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Antecedentes</b></li> <li>- Compuestos fenólicos</li> <li>- Características y funciones</li> <li>- Clasificación de compuestos fenólicos</li> <li>- Calcio</li> <li>- Magnesio</li> <li>- <i>Persea americana</i> Mill, variedad Hass "palta"</li> <li>- Cáscara</li> <li>- Semilla</li> <li>- Composición química de la cáscara y semilla</li> <li>- Característica de la semilla</li> <li>- Estructura de la semilla</li> <li>- Usos tradicionales de la cáscara y semilla</li> <li>- Método de Folin-Ciocalteu</li> <li>- Método de complexometría con ácido etilendiaminotetra a cético (EDTA).</li> </ul>	<p><b>Variable independiente:</b> <i>Persea americana</i> "palta"</p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Semilla</li> <li>- Cáscara</li> </ul> <p><b>Variable dependiente</b> Concentración de compuestos fenólicos, calcio, magnesio</p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promedio de compuestos fenólicos, calcio y magnesio</li> <li>- Concentración cuantificable en (mg/dl)</li> </ul>	<p><b>Tipo y diseño de investigación</b> -Descriptivo -Transversal</p> <p><b>Población:</b> - <i>Persea americana</i> "palta"</p> <p><b>Muestra:</b> 2 kg <i>Persea americana</i> "palta"</p> <p><b>Muestreo:</b> -Aleatorio</p> <p><b>Metodología:</b> -Preparación del extracto metanólico de la muestra de semilla y cáscara. -Determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. -Determinación de fenoles totales en la muestra y en los patrones de Ácido Gálico. -Determinación de calcio por Complexometría. -Determinación de magnesio por Complexometría</p> <p><b>Análisis estadístico:</b> Se utilizó la estadística descriptiva elaborando tablas y figuras en el paquete estadístico Microsoft Excel 2016. Mientras que para la comparación de fenoles, calcio y magnesio entre cáscaras y semillas se expresó en promedio utilizando el programa SPSS versión 23 y la prueba t de Student, con el programa Minitab.</p>


**UNSCH**FACULTAD DE  
CIENCIAS BIOLÓGICAS

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**  
**Bach. Lise ARONE ROJAS**  
**RESOLUCIÓN DECANAL N° 026-2025-UNSCH-FCB-D**


En la ciudad de Ayacucho, siendo las diez de la mañana del once de marzo del año dos mil veinticinco; se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, participando como presidente encargada la Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ con memorando N° 028-2025-UNSCH-FCB con fecha once de marzo del año dos mil veinticinco a su vez como (Miembro – Jurado), la Dra. Marta ROMERO VIACAVA (Miembro – Jurado), Dr. Jesús Javier ÑACCHA URBANO (Miembro – Jurado), Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI (Miembro – Asesor), actuando como secretario docente el Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA; para presenciar la sustentación de tesis titulada: **Contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en *Persea americana* Mill, variedad Hass. Ayacucho 2023.**, presentado por la Bach. Lise ARONE ROJAS; el presidente luego de verificar la documentación presentada, indicó al secretario docente dar lectura a la documentación generada que refrenda el presente acto académico, luego de ello dispuso el inicio del acto de sustentación, indicando a la sustentante que dispone de cuarenta y cinco minutos para exponer su trabajo de investigación tal como establece el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Biología de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Culminada la exposición, el presidente invitó a cada uno de los Miembros del Jurado a participar con sus observaciones, sugerencias y preguntas a la sustentante. Culminada esta etapa, el presidente invitó a la sustentante y al público asistente a abandonar momentáneamente el Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga para que los miembros del jurado evaluador puedan realizar las deliberaciones y calificaciones; cuyos resultados son los que se consignan a continuación:

Miembros del Jurado Evaluador	Exposición	Respuesta/preguntas	Promedio
Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ	16	16	16
Dra. Marta ROMERO VIACAVA	18	17	18
Dr. Jesús Javier ÑACCHA URBANO	16	15	16
		<b>PROMEDIO</b>	<b>17</b>

La sustentante alcanzó el promedio de 17 aprobatorio. Acto seguido, el presidente autorizó el ingreso de la sustentante y el público al Auditorio de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga dando a conocer los resultados e indicando que de este modo se da por finalizado el presente acto académico, siendo las doce de la tarde con treinta minutos; firmando al pie del presente en señal de conformidad.

  
Dra. Roberta Brita ANAYA GONZÁLEZ  
Presidente  
Miembro – Jurado

  
Dra. Marta ROMERO VIACAVA  
Miembro – Jurado

  
Dr. Jesús Javier ÑACCHA URBANO  
Miembro – Jurado

  
Dr. Raúl Antonio MAMANI AYCACHI  
Miembro – Asesor

  
Mg. Luis Uriel MOSCOSO GARCÍA  
Secretario – Docente



FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

DECANATURA - ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE TESIS

N° 016-2025-FCB-D

Yo, FIDEL RODOLFO MUJICA LENGUA, Director de la Escuela Profesional de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; autoridad encargada de verificar la tesis titulada: **Contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en *Persea americana* Mill, variedad Hass. Ayacucho 2023.**, por LISE ARONE ROJAS; he constatado por medio del uso de la herramienta TURNITIN, procesado CON DEPÓSITO, una similitud de 16%, grado de coincidencia, menor a lo que determina la ausencia de plagio definido por el Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH, aprobado con Resolución del Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU.

En consecuencia, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Se acompaña el INFORME FINAL DE TURNITIN correspondiente.

Ayacucho, 21 de abril de 2025.

  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
Escuela Profesional de Biología  
Dr. Fidel R. Mujica Lengua  
DIRECTOR

# Contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en Persea americana Mill, variedad Hass. Ayacucho 2023

*por* LISE ARONE ROJAS

---

**Fecha de entrega:** 15-abr-2025 05:47p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2647345774

**Nombre del archivo:** c\_ARONE\_ROJAS-Lise-pregrado-2025\_TURNITING\_Word.docx (469.16K)

**Total de palabras:** 9357

**Total de caracteres:** 50268

# Contenido de fenoles totales, calcio y magnesio en Persea americana Mill, variedad Hass. Ayacucho 2023

## INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	17%	2%	9%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	6%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	oldri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
4	rmae.voaxaca.tecnm.mx Fuente de Internet	1%
5	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
6	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	1%
7	revistas.udea.edu.co Fuente de Internet	1%
8	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
9	www.revencyt.ula.ve Fuente de Internet	1%
10	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
11	revistas.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%

---

12

D. M.A. Molina-Quijada, L. A. Medina-Juárez,  
G. A. González-Aguilar, R. M. Robles-Sánchez,  
N. Gámez-Meza. " Compuestos fenólicos y  
actividad antioxidante de cáscara de uva ( L.)  
de mesa cultivada en el noroeste de México  
Phenolic compounds and antioxidant activity  
of table grape ( L.) skin from northwest  
Mexico ", CyTA - Journal of Food, 2010

Publicación

---

<1%

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 30 words

Excluir bibliografía

Activo